



**MUDANÇAS NA PAISAGEM EM DUAS MICROBACIAS DO BIOMA  
PAMPA GAÚCHO-RS: UMA ANÁLISE COM BASE EM MAPAS,  
ÍNDICES DESCRITORES E SISTEMAS DE ACESSO A TERRA**

Tese de Doutorado

Norberto Bolzan

Florianópolis  
2006

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC

**MUDANÇAS NA PAISAGEM EM DUAS MICROBACIAS DO BIOMA  
PAMPA GAÚCHO-RS: UMA ANÁLISE COM BASE EM MAPAS,  
ÍNDICES DESCRITORES E SISTEMAS DE ACESSO A TERRA**

Tese de Doutorado submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial.

**NORBERTO BOLZAN**

Florianópolis - SC, agosto de 2006

B694m Bolzan, Norberto

Mudanças da paisagem em duas microbacias do bioma Pampa Gaúcho-RS : uma análise com base em mapas, índices descritores e sistemas de acesso a terra / Norberto Bolzan ; orientadora Ruth Emília Nogueira Loch. – Florianópolis, 2006.

174 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2006.

Inclui bibliografia

1. Mapeamento – Rio Grande do Sul. 2. Solo – Uso. 3. Paisagem – Análise. 4. Sistemas de informação geográfica. I. Loch, Ruth Emília Nogueira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU:624

*Catálogo na fonte por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071*

**MUDANÇAS NA PAISAGEM EM DUAS MICROBACIAS DO BIOMA PAMPA  
GAÚCHO-RS: UMA ANÁLISE COM BASE EM MAPAS, ÍNDICES DESCRITORES  
E SISTEMAS DE ACESSO A TERRA**

**NORBERTO BOLZAN**

Tese de Doutorado julgada adequada para a obtenção do título de DOUTOR em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

-----  
Dr. Glicério Trichês - Coordenador do PPGEC

-----  
Dr<sup>a</sup>. Ruth Emilia Nogueira Loch - Orientadora

COMISSÃO EXAMINADORA:

-----  
Dr<sup>a</sup>. Ruth Emilia Nogueira Loch - Moderadora

-----  
Carlos André Bulhões Mendes Ph. D. – IPH / UFRGS

-----  
Dr. Sergio Luiz Zampieri - EPAGRI/ SC

-----  
Roberto de Oliveira Ph. D. – ECV / UFSC

-----  
Dr. Luiz Ernani Bonesso de Araújo – CCSH / UFSM

*Dedico*

A  
*Narà, Luiza e Ana Paula,*  
*Por serem a razão do meu viver.*

## Agradecimentos

Aos meus pais, Nildo (**in memoria**) e Nadilia pelo amor, dedicação e confiança; por todos os sacrifícios; e pela pessoa que sou hoje.

A minha esposa e companheira Narà Quadros, recente doutora em Engenharia Ambiental, pelas palavras positivas, paciência e solidariedade.

As minhas filhas Luiza e Ana Paula, pelo carinho, estímulo, dedicação, companheirismo, e presença constante em todos os momentos.

A Professora Ruth Emilia Nogueira Loch, pela valiosa orientação e grandiosa dedicação em todos os momentos acadêmicos, pela amizade e confiança.

Aos professores Carlos Loch, Norberto Hochheim e Jurgem Philips, pelos esclarecimentos e pelo pronto atendimento.

Ao amigo e colega Sálvio José Vieira pela troca de conhecimentos, dedicação e companheirismo no decorrer dessa pesquisa.

Ao casal de amigos da EPAGRI Rubson e Ivanete que, embora distantes, sempre estiveram dando seu apoio.

Aos colegas do curso de pós-graduação, em especial a Sabrina Mendes e Nilton Tiarelli (**in Memória**) pela troca de experiências.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em especial ao Departamento de Engenharia Civil, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão territorial.

## RESUMO

**BOLZAN, Norberto. “Mudanças da paisagem em duas microbacias do bioma Pampa Gaúcho-RS: uma análise com base em mapas, índices descritores e sistemas de acesso a terra”.**

Historicamente a ocupação do espaço rural no Rio Grande do Sul foi marcada por conflitos pela posse da terra, processo este que se arrasta desde a demarcação das fronteiras até os dias atuais. O ordenamento desse espaço passou pelas grandes propriedades originárias do sistema de concessões de sesmarias, cuja atividade principal era a criação de gado extensiva, pela colonização das terras públicas por imigrantes europeus, tendo como atividade base à agricultura de subsistência e mais recentemente, a partir da década de 70, os assentamentos de reforma agrária que utilizam o sistema de agricultura familiar. Constata-se que todos esses sistemas de ocupação priorizaram as questões econômicas e políticas, em detrimento das condições ambientais do meio rural refletindo na exaustão dos solos, no desmatamento da mata nativa, em desequilíbrios sociais e no acentuado êxodo rural. Assim, as mudanças ocasionadas na paisagem de uma região pelo uso e cobertura da terra, levam à necessidade do entendimento de sua estrutura, onde a quantificação dos fragmentos da paisagem possibilita relacionar a distribuição espacial de seus elementos e determinar as alterações resultantes desse processo. A análise da estrutura da paisagem através dos índices descritores dos fragmentos e das classes de uso e cobertura da terra tem sido utilizada como uma importante ferramenta no estudo temporal envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, pois possibilitam avaliar as alterações ocorridas na paisagem, em decorrência das diferentes formas de uso e cobertura da terra e o entendimento das mudanças nas condições ambientais de uma região. Nesse contexto o objetivo deste estudo é, a partir dos resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra em três períodos distintos, verificar as mudanças ocorridas em uma paisagem do Pampa Gaúcho-RS pelo manejo do solo pelos diferentes sistemas de acesso a terra. Para tanto foi efetuada a análise das mudanças temporais na estrutura da paisagem de duas microbacias hidrográficas do Pampa Gaúcho-RS – microbacia do arroio Lagoão-RS e microbacia do lajeado Tamboretã-RS, utilizando mapas de uso e cobertura da terra e índices descritores da paisagem. Obtiveram-se mapas dos anos de 1966, 1996 e 2001 e a partir desses foram efetuadas medidas de área, forma, número de fragmentos, perímetro, densidade e a variabilidade métrica. A metodologia utilizada permitiu verificar que o mapeamento do uso e cobertura da terra a partir de dados de sensoriamento remoto, em conjunto com dados de campo e índices descritores da paisagem são importantes instrumentos para a análise da paisagem e demonstrou que ocorreram mudanças significativas nos fragmentos das classes de uso e cobertura da terra em função do manejo do solo nas áreas dos diferentes sistemas de posse da terra.

**Palavras Chave:** mapeamento, uso e cobertura da terra, índices da paisagem.

## ABSTRACT

**BOLZAN, Norberto. “Changes in the landscape in two basins of the bioma Pampa Gaúcho-RS: an analysis with base in describing maps, indices and systems of access the land”.**

Historically the occupation of agrarian space in the Rio Grande do Sul were marked to conflicts by possession land this that if drags since the demarcation of the frontiers unto the days actual. The dispensation gave space passed for the properties origin large of system of concessions of whose major activity was the stock raising extensive, by colonization of the communal soils through immigrants having as activity base to agriculture of subsistence odd recently, starting of decade of 70, the of agrarian reform utilizing the system of family agriculture. Verify-if that all those systems of occupation questions the economic and politic, on detriment of the conditions of middle country reflecting in the exhaustion of the grounds, in the deforestation of forest native, on social and accented exodus in the country. Like this, the occasioned changes in the landscape of a region from the use and coverage land takes to necessity of understanding of your structure. At that rate the of the fragments of landscape, facilitates to relate the spatial distribution of your elements and to determine the alterations resultant gave process. The analysis of structure of landscape across of the indexes of the fragments and of the classes of use and coverage land has been being utilized with one important tool in the temporal study wrapping images of satellite and photography's aerial, because to evaluate the alterations in the landscape, on of the different shapes of use and coverage land and the understanding of the changes in the conditions of one region. The objective of this study is, starting of the results of mapping of use and coverage land on three distinct periods, verify the changes in the landscape of from the manager of soil different by the systems of access land. To verify the affirmations were affected the analysis of the changes thunderstorms in the structure of landscape of two basins of hydrographic basin of and basin of utilizing maps of use and coverage land and indexes of landscape. He obtained-if maps of the years of 1966, 1996 and 2001 and starting gave were made measures of area, form, number of fragments, perimeter, density and variability the metric. The utilized methodology did permit verify that the mapping of use and coverage land starting of data of remote sensing, in conjunction with data field and indexes descriptivist of landscape be important instruments for the analysis of landscape and demonstrated that happened expressive changes in the fragments of the classes from use and coverage land on function of manager of the soil in the areas of the different systems of posse land.

**Key Words:** mapping, use and coverage land, indexes of landscape.



# SUMÁRIO

Pg

<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xv</b>
<b>LISTA DE APÊNDICES.....</b>	<b>xvii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 Justificativa do objeto de estudo.....	03
1.2 Contribuição Científica.....	04
1.3 Hipóteses.....	04
1.4 Objetivos .....	06
1.4.1 Objetivo geral.....	06
1.4.2 Objetivos específicos.....	06
1.4 Estrutura do trabalho.....	06
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>08</b>
2.1 Sistemas de acesso a terra no Brasil.....	08
2.1.1 Regime sesmarial .....	09
2.1.2 Processo de colonização do Rio Grande do Sul.....	11
2.1.3 Reforma agrária no Brasil.....	15
2.1.3.1 Implantação dos assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Sul.....	17
2.1.4 Uso e manejo da terra nos sistemas de acesso a terra: Sesmarias, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária. ....	20
2.2 Fundamentos conceituais de paisagem.....	22
2.3 Classificação de paisagem.....	24
2.4 Estrutura da paisagem.....	26
2.4.1 Fragmentos.....	26
2.4.2 Corredores.....	28
2.4.3 Matriz.....	29
2.5 Descrição quantitativa da estrutura da paisagem.....	30
2.6 Estudos de paisagem a partir de índices descritores da estrutura na descrição de paisagem.....	33
2.6.1 Mudanças no uso e cobertura da terra. ....	33
2.7 Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da paisagem.....	37
2.8 Teoria dos fractais .....	40

2.8.1 Aplicações da análise fractal em estudos da paisagem.....	41
<b>3 ÁREAS DE ESTUDO.....</b>	<b>44</b>
3.1 Descrição geral das áreas de estudo.....	44
3.2 Cima.....	46
3.3 Geomorfologia.....	47
3.4 Hidrografia.....	48
3.5 Solos.....	48
3.6 Vegetação.....	48
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
4.1 Materiais.....	51
4.2 Métodos.....	51
4.2.1 Pesquisa de campo.....	53
4.2.2 Mapeamento das classes de uso e ocupação da terra: Anos 1966, 1996 e 2001.....	53
4.2.2.1 Elaboração dos mapas das classes de uso e cobertura da terra através das fotografias aéreas.....	55
4.2.2.2 Elaboração dos mapas das classes de uso e cobertura da terra através da imagem de satélite.....	56
4.2.3 Análise das mudanças temporais na paisagem.....	57
4.2.4 Descrição dos elementos da paisagem: Anos 1966, 1996 e 2001.....	57
4.2.5 Levantamento dos índices descritores da estrutura da paisagem: Anos 1966, 1996 e 2001.....	58
4.2.6 Análise da paisagem considerando as diferentes formas de manejo nas áreas dos sistemas de acesso a terra : Sesmaria, colonial e assentamento da reforma agrária.....	62
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>64</b>
5.1. Aspectos socioculturais e manejo da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS.....	64
5.2 Pesquisa de campo na microbacia do arroio Lagoão-RS: sistemas de sesmaria e lotes coloniais.....	66
5.2.1. Situação fundiária.....	66
5.2.2. Localização geográfica das propriedades.....	70
5.2.3. Características da população.....	71
5.2.4. Aspectos sócio-econômicos das propriedades. ....	71
5.3 Descrição da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS.....	72
5.3.1 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1966 a 1996 na microbacia do arroio Lagoão-RS.....	74
5.3.2 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1996 a 2001 na microbacia do arroio Lagoão-RS.....	75
5.3.3 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do arroio Lagoão-RS, período de 1966-1996.....	79
5.3.4 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do arroio Lagoão-RS, período de 1996-2001.....	85

5.3.5 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do arroio Lagoão-RS, período 1966-1996.....	89
5.3.6 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do arroio Lagoão-RS, período de 1996 a 2001.....	93
5.3.7 Evolução temporal dos índices descritores da paisagem na microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos, 1966-2001.	95
5.4 Aspectos socioculturais e manejo da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.....	99
5.5 Pesquisa de campo na microbacia do lajeado Tamboretã: sistemas de lotes coloniais e assentamento de reforma agrária.....	100
5.5.1 Situação fundiária.....	100
5.5.2 Localização geográfica das propriedades.....	101
5.5.3 Características da população.....	101
5.5.4 Aspectos sócio-econômicos das propriedades. ....	102
5.6 Descrição da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS.....	105
5.6.1 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1966 a 1996 na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.....	107
5.6.2 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1996 a 2001 na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.....	108
5.6.3 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1966-1996.....	110
5.6.4 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1996-2001.....	116
5.6.5 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1966- 1996.....	121
5.6.6 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1996-2001.....	123
5.6.7 Evolução temporal dos índices descritores da paisagem na microbacia do lajeado Tamboretã-RS no período de 35 anos, 1966-2001.....	126
5.7 Análise da paisagem nas áreas dos diferentes sistemas de acesso a terra: Sesmarias, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária, anos de 1966, 1996 e 2001.....	131
5.7.1 Sistema de acesso à terra de sesmaria.....	132
5.7.2 Sistema de acesso à terra de lotes coloniais.....	132
5.7.3 Sistema de assentamento de reforma agrária.....	133

<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>147</b>

## LISTA DE QUADROS

Pg

<b>QUADRO 01:</b> Cronologia temporal dos sistemas de acesso a terra no Brasil.....	08
<b>QUADRO 02:</b> Sistemas fundiários existentes na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 2006.....	66
<b>QUADRO 03:</b> Principais atividades desenvolvidas nas propriedades da microbacia arroio Lagoão-RS, como também tecnologia adotada pelos proprietários..	72
<b>QUADRO 04:</b> Sistemas fundiários existentes na microbacia do lajeado Tamboretã-RS ano 2006.....	100
<b>QUADRO 05:</b> Principais atividades desenvolvidas nas propriedades e tecnologia adotada pelos proprietários- Microbacia lajeado Tamboretã-RS, ano 2006	102
<b>QUADRO 06:</b> Capacidade de uso do solo no assentamento Bela Vista-RS.....	104

## LISTA DE FIGURAS

	Pg
<b>FIGURA 01:</b> Localização das áreas de estudo.....	45
<b>FIGURA 02:</b> localização do Bioma Pampa Gaúcho.....	46
<b>FIGURA 03:</b> Organograma com as principais etapas metodológicas realizadas na presente pesquisa.....	52
<b>FIGURA 04:</b> Fragmento (mata nativa) a partir do aerofoto de 1996 e da imagem de satélite Landsat TM-7.....	54
<b>FIGURA 05:</b> Lotes coloniais do Núcleo São Xavier, Linha Pessegueiro, e áreas originadas de sesmarias e posteriormente registradas pelo Sistema Torrens.....	67
<b>FIGURA 06:</b> Uso da terra dos lotes coloniais da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 2006. <i>MN</i> - mata nativa, <i>PN</i> - pastagem nativa, <i>M</i> - milho, <i>F</i> - fumo, <i>TA</i> - terra arada e <i>C</i> - capão de mato nativo.....	68
<b>FIGURA 07:</b> Uso da terra das áreas originárias do sistema de sesmaria, microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 2006. <i>MN</i> - mata nativa, <i>PN</i> - pastagem nativa, <i>VE</i> - vegetação exótica, <i>C</i> -cerca, <i>ER</i> - eletrificação rural, <i>E</i> - estrada, <i>SE</i> - sede da propriedade e <i>C</i> - capão de mato nativo.....	69
<b>FIGURA 08:</b> Localização geográfica das áreas de sesmarias e lotes coloniais na microbacia do arroio Lagoão-RS.....	70
<b>FIGURA 09:</b> Mapa de uso e cobertura da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS: Anos de 1966, 1996 e 2001.....	73
<b>FIGURA 10:</b> Vista parcial da região das microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, representativas da paisagem natural do Pampa Gaúcho-RS. <i>MN</i> - mata nativa, <i>AA</i> - agricultura anual, <i>PN</i> - pastagem nativa e <i>C</i> -capão de mato.....	78
<b>FIGURA 11:</b> Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, (a) ano 1966 e (b) 1996.....	83
<b>FIGURA 12:</b> Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, (a) ano 1966 e (b) 1996.....	84
<b>FIGURA 13:</b> Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano 1996.....	84

<b>FIGURA 14:</b> Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano de 2001.....	88
<b>FIGURA 15:</b> Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano de 2001.....	88
<b>FIGURA 16</b> Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano 1996 de 2001.....	89
<b>FIGURA 17:</b> Diagrama para o cálculo do índice de forma na dimensão fractal das classes: Agricultura anual (a), classe mata nativa (b) e vegetação exótica (c) da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1966 e 1996.....	91
<b>FIGURA 18:</b> Diagrama do índice de forma na dimensão fractal das classes: Mata nativa (a), agricultura anual (b) e vegetação exótica (c) na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 2001.....	94
<b>FIGURA 19:</b> Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS, no período de 35 anos.....	95
<b>FIGURA 20:</b> Evolução temporal do índice de área da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS, no período de 35 anos.....	96
<b>FIGURA 21:</b> Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos.....	97
<b>FIGURA 22:</b> Evolução temporal do índice de área da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos.....	97
<b>FIGURA 23:</b> Localização geográfica das áreas de lotes coloniais e assentamento de reforma agrária na microbacia do loteado Tamboretã-RS.....	101
<b>FIGURA 24:</b> Uso da terra do assentamento de reforma agrária Bela Vista: AA- agricultura anual, VE- vegetação exótica, C- capão de mato, CA- casa de assentado, MN- mata nativa, ano 2006.....	103
<b>FIGURA 25:</b> Mapa do assentamento da reforma agrária Bela Vista-RS.....	105
<b>FIGURA 26:</b> Mapa de uso e cobertura da terra na microbacia do loteado Tamboretã-RS: Anos 1966, 1996 e 2001.....	106
<b>FIGURA 27:</b> Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do loteado Tamboretã-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos (ha), (a)ano 1966 e (b) ano1996.....	114
<b>FIGURA 28:</b> Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do loteado Tamboretã-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, (a) ano 1966 e (b) ano 1996.....	115

<b>FIGURA 29:</b> Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano 1996.....	116
<b>FIGURA 30:</b> Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.....	119
<b>FIGURA 31:</b> Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano 2001.....	119
<b>FIGURA 32:</b> Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.....	120
<b>FIGURA 33:</b> Diagrama para o cálculo do índice de forma na dimensão fractal das classes: Agricultura anual (a), classe mata nativa (b) e vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e 1996.....	122
<b>FIGURA 34:</b> Diagrama do índice de forma na dimensão fractal da classe mata nativa (a), agricultura anual (b) e vegetação exótica (c) na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 2001.....	125
<b>FIGURA 35:</b> Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.....	126
<b>FIGURA 36:</b> Evolução temporal do índice de área da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.....	127
<b>FIGURA 37:</b> Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.....	128
<b>FIGURA 38:</b> Evolução temporal do índice de área da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.....	129
<b>FIGURA 39:</b> Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos...	130
<b>FIGURA 40:</b> Evolução temporal do índice de área da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.....	131



## LISTA DE TABELAS

Pg

<b>TABELA 01:</b> Classes de uso e cobertura da terra com respectivas áreas- Microbacia arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.....	75
<b>TABELA 02:</b> Classes de uso e cobertura da terra na microbacia arroio Lagoão-RS, no ano de 1996 e 2001.....	76
<b>TABELA 03:</b> Número e densidade dos fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.....	79
<b>TABELA 04:</b> Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), desvio padrão( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.....	80
<b>TABELA 05:</b> Número de fragmentos das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica por classe de área na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.....	82
<b>TABELA 06:</b> Número de fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.....	85
<b>TABELA 07:</b> Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.....	86
<b>TABELA 08:</b> Número de fragmentos das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica por classe de área na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.....	87
<b>TABELA 09:</b> Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ). Classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1966 e ano 1996.....	90
<b>TABELA 10:</b> Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1966 e 1996.....	92
<b>TABELA 11:</b> Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado ( $IF_{MPA}$ ) pela área: Classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.....	93
<b>TABELA 12:</b> Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1996 e 2001.....	94
<b>TABELA 13:</b> Classes de uso e cobertura da terra com respectivas áreas- Microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e ano 1996.....	108

<b>TABELA 14:</b> Classes de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no ano de 1996 e 2001.....	109
<b>TABELA 15:</b> Número e densidade dos fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano de 1966 e ano 1996.....	110
<b>TABELA 16:</b> Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), Desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e ano 1996.....	111
<b>TABELA 17:</b> Numero de fragmentos ( $N_F$ ) das classes mata nativa e agricultura anual por classe de área na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966.....	113
<b>TABELA 18:</b> Número e densidade de fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e 2001.....	116
<b>TABELA 19:</b> Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e ano 2001.....	117
<b>TABELA 20:</b> Número de fragmentos das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica por classe de área. Microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e ano 2001.....	118
<b>TABELA 21:</b> Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, anos de 1966 – 1996.....	121
<b>TABELA 22:</b> Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e 1996.	123
<b>TABELA 23:</b> Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para as classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, microbacia lajeado Tamboretã, ano de 1996 e 2001.....	124
<b>TABELA 24:</b> Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e ano 2001.....	125

## LISTA DE APÊNDICES

Pg

<b>APÊNDICE A: ÁREA DOS FRAGMENTOS, ÍNDICE DE FORMA E ÍNDICE DE FORMA OBTIDO PELA DIMENSÃO FRACTAL DAS CLASSES MATA NATIVA, AGRICULTURA ANUAL E VEGETAÇÃO EXÓTICA - MICROBACIA DO ARROIO LAGOÃO-RS-1966, 1996 e 2001.....</b>	<b>148</b>
<b>TABELA 01:</b> Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa e agricultura anual - microbacia do arroio Lagoão-RS -1966. ....	<b>148</b>
<b>TABELA 02:</b> Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica - microbacia do arroio Lagoão-RS -1996.....	<b>150</b>
<b>TABELA 03:</b> Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica - microbacia do arroio Lagoão-RS -2001.....	<b>151</b>
<b>APÊNDICE B: ÁREA DOS FRAGMENTOS, ÍNDICE DE FORMA E ÍNDICE DE FORMA OBTIDO PELA DIMENSÃO FRACTAL DAS CLASSES MATA NATIVA, AGRICULTURA ANUAL E VEGETAÇÃO EXÓTICA - MICROBACIA DO LAJEADO TAMBORETÃ-RS-1966, 1996 e 2001.....</b>	<b>152</b>
<b>TABELA 04:</b> Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa e agricultura anual, microbacia do lajeado Tamboretã-RS-1966.....	<b>152</b>
<b>TABELA 05:</b> Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica- microbacia do lajeado Tamboretã –RS-1996.....	<b>153</b>
<b>TABELA 06:</b> Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica - microbacia do lajeado Tamboretã-RS -2001.....	<b>154</b>

## LISTA DE SIGLAS

<b>CMMAD-</b>	Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
<b>CSIRO-</b>	Common weath Scientific and Industrial Research Organization
<b>CNUMAD-</b>	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
<b>DF-</b>	Distrito Federal
<b>DSG</b>	Diretoria de Serviços Geográficos
<b>ECO-92-</b>	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
<b>EMBRAPA –</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>EUA-</b>	Estados Unidos da América
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INCRA-</b>	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
<b>ITC</b>	International Institute for Aerial Survey and Earth Science
<b>MST</b>	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
<b>PROCERA-</b>	Programa Especial de Crédito para a Reforma Agrária
<b>PNRA-</b>	Plano Nacional de Reforma Agrária da Nova República
<b>RS-</b>	Rio Grande do Sul
<b>SIG's-</b>	Sistemas de Informações Geográficas
<b>TDAs-</b>	Títulos da Dívida Agrária
<b>TM-</b>	Thematic Mapper
<b>UTM</b>	Projeção Universal Transversa de Mercator
<b>UDR-</b>	União Democrática Ruralista
<b>WCED-</b>	World Comission on Environment and Development

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>§:</b>	Parágrafo
<b>Art:</b>	artigo
<b>XIX:</b>	dezenove
<i>ha:</i>	hectare
<b>log:</b>	logaritmo decimal
<b>D:</b>	dimensão fractal
<b>°:</b>	grau
<b>‘:</b>	minuto
<b>“:</b>	segundo
<b>°C:</b>	grau Celsius
<b><math>\pi</math></b>	pi
$T_{MF}$	tamanho médio dos fragmentos
$DP_{TM}$	desvio padrão do tamanho médio
$CV_{TMF}$	coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos
$IF_M$	índice de forma médio
$IF_{MPA}$	índice de forma médio ponderado pela área
$IF$	índice de forma de cada fragmento de classe
$NF$	número de fragmentos
$DF/100ha$	densidade de fragmentos

# 1 INTRODUÇÃO

O mundo nos últimos anos tem sido palco de significativas transformações em todas as dimensões da existência humana. Juntamente com o acelerado desenvolvimento tecnológico, com a crescente demanda de matéria e energia para atender a sociedade, aumenta o consumo dos recursos naturais e a capacidade de autodestruição dos seres humanos.

No Brasil, mais especificamente no Estado do Rio Grande do Sul, o desenvolvimento do meio rural, sempre esteve associado ao uso e ocupação da terra com práticas agressivas ao meio ambiente. O desconhecimento e o uso de estratégias inadequadas de manejo do solo, das águas e das florestas foram e ainda são os maiores responsáveis pela degradação desses recursos. A reversão desse quadro é extremamente dependente de ações planejadas que estão limitadas pela falta de informações confiáveis e atualizadas sobre a base de recursos físicos, naturais e econômicos (MISSIO, 2000).

Na região do Pampa Gaúcho a distribuição espacial geográfica das diferentes formas de ocupação do espaço rural determinou modificações na estrutura da paisagem natural, cujos elementos que compõem a paisagem se caracterizavam pela predominância de campos nativos e matas ciliares foram gradativamente substituídos pela agricultura, sendo os reflexos observados nos fragmentos da paisagem natural como o da microbacia do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS.

Historicamente a ocupação do espaço rural no Rio Grande do Sul foi marcada por conflitos pela posse da terra, processo este que se arrasta desde a demarcação das fronteiras até os dias atuais. O ordenamento deste espaço passou pelas grandes propriedades, oriundas do sistema de sesmaria cuja atividade principal é a criação extensiva de gado de corte, pela colonização das terras públicas por imigrantes, tendo como atividade base à agricultura de subsistência e mais recentemente, a partir da década de 70, os assentamentos de reforma agrária que utilizam a agricultura familiar.

Constata-se que todos esses sistemas de ocupação foram feitos de forma a considerar questões econômicas e políticas, em detrimento das condições ambientais do meio rural, refletindo na exaustão dos solos, em desequilíbrios sociais e no acentuado êxodo rural. Da mesma forma aumentam os conflitos sociais, evidenciando-se através dos movimentos como o MST (Movimentos dos Sem Terra) e UDR (União Democrática Ruralista).

Observa-se que não existe consenso sobre quais os atores-chave do modelo de desenvolvimento sustentável do meio rural, pois para muitos é a pequena agricultura familiar, sustentáculo da reforma agrária, e para outros são os grandes proprietários de terras, com altos investimentos em tecnologia. Isto demonstra uma necessidade de pesquisas que objetivem comparar o comportamento dos diferentes setores sociais e os sistemas de acesso a terra diante das práticas de uso e ocupação do solo.

Toda a estratégia de planejamento territorial do meio rural deve ser estruturada de forma que possibilite as combinações adequadas dos recursos naturais, técnicos, genéticos e humanos. Para que isto ocorra, conforme Soto (2003) torna-se fundamental a realização de pesquisas que considerem as características sócio-econômicas e ambientais das propriedades rurais, como também a história de seu desenvolvimento e as necessidades das famílias rurais.

Entretanto, observa-se que os diferentes programas de planejamento territorial até hoje implantados no Brasil tiveram como força motriz questões econômicas e políticas nas diferentes formas de acesso a terra (colonial, sesmaria e assentamentos da reforma agrária) em detrimento de questões ambientais e sociais.

Para disciplinar o acesso a terra, o mapeamento de uso e cobertura da terra é um importante instrumento de planejamento do meio rural, pois através dos dados obtidos por sensoriamento remoto e da análise da estrutura da paisagem a partir das classes de uso e cobertura da terra, obtém-se informações regionais e locais da dinâmica e conservação dos recursos naturais.

Assim, as mudanças ocasionadas na paisagem de uma região pelo uso e cobertura da terra levam à necessidade do entendimento de sua estrutura. Dessa forma a quantificação dos fragmentos de uma paisagem, possibilita relacionar a distribuição espacial de seus elementos e determinar as alterações resultantes desse processo (VALENTE 2001).

A análise da estrutura da paisagem através dos índices descritores dos fragmentos e das classes de uso e cobertura da terra tem sido utilizada como uma importante ferramenta no estudo temporal envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, pois possibilitam avaliar as alterações ocorridas na paisagem, em decorrência das diferentes formas de uso e cobertura da terra (SOARES FILHO, 1998).

Nesta perspectiva, a partir dos dados de campo, índices descritores da paisagem e dos mapas de uso e cobertura da terra foi efetuado um estudo temporal da paisagem, nas microbacia do arroio Lagoão-RS, que contempla os sistemas de sesmarias e lotes coloniais e a do lajeado Tamboretã-RS com os sistemas de lotes coloniais e assentamento de reforma agrária, nas datas de 1966, 1996 e 2001.

Para tanto foram usados elementos como, o índice de área, o índice de forma, o número de fragmentos, o perímetro, a densidade e a variabilidade métrica. O objetivo desta pesquisa é, a partir dos resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra em três períodos distintos, verificar as mudanças ocorridas na estrutura da paisagem devido ao manejo do solo em áreas que ocorreram diferentes sistemas de acesso a terra, e analisar os efeitos causados aos recursos naturais e a sustentabilidade desses sistemas.

### **1.1 Justificativa do objeto de estudo**

Justifica-se a escolha das áreas de estudo, devido:

a) Serem microbacias hidrográficas. Como unidade natural de planejamento, conforme a legislação federal, essas se tornam importantes instrumentos de planejamento do meio rural e, portanto utilizada em pesquisas científicas do meio natural.

Para muitos pesquisadores a microbacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade quando se deseja a preservação dos recursos naturais, já que as atividades desenvolvidas no seu interior têm influencia sobre a paisagem local. E constitui-se na mais adequada unidade de planejamento para o uso e ocupação dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na paisagem da área (TONELO, 2005; VALENTE, 2001; TONIAL, 2003; SOARES FILHO, 1998; FORMAN, 1997; MANDELBROT, 1983; LOVEJOY, 1986; TURNER et al., 1996).

O manejo de microbacias hidrográficas corresponde ao processo que permite formular um conjunto integrado de ações sobre o meio ambiente, as estruturas sociais, econômicas, institucionais e legais de uma microbacia, a fim de promover a conservação e utilização e planejamento sustentável dos recursos naturais (PISSARRA et al., 2004).

Assim, o disciplinamento do uso e da ocupação dos solos da microbacia hidrográfica é o meio mais eficiente de controle dos recursos naturais que a integram, sendo o mapeamento do uso e cobertura da terra um importante instrumento de planejamento da dinâmica da estrutura da paisagem tanto a nível global, regional e local.

b) Existência de diferentes sistemas de acesso a terra. Este parâmetro foi de extrema relevância para esta pesquisa, sendo o elemento decisório na escolha das microbacias, pois as mesmas contemplam as diferentes formas de acesso a terra: sesmarias, lotes coloniais e



assentamentos de reforma agrária, que historicamente foram às formas de ocupação territorial do Estado do Rio Grande do Sul nos últimos dois séculos.

c) Devido às características dos recursos naturais existentes. As áreas de campos altos recobertos por uma vegetação de campo nativo e matas ciliares são características da região do pampa gaúcho, representada pelas microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, localizadas no centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, conservando ainda suas características nativas, ao contrário da maior parte da paisagem do Estado que se encontra completamente transformado.

Assim sendo torna imperativo que lugares como o bioma Pampa Gaúcho-RS, representado pelas duas microbacias de estudo, mereça um planejamento territorial a nível local, a partir do mapeamento do uso e cobertura da terra.

## **1.2 Contribuição científica**

O território do Estado do Rio Grande do Sul apresentou nas últimas décadas, transformações nos setores: econômico, político, social, cultural e ambiental. Os reflexos destas transformações incidiram em mudança na paisagem natural das diferentes regiões que compõe este Estado, como no caso a região do Pampa Gaúcho. Compreender a configuração da paisagem natural do Rio Grande do Sul, mais especificamente da região do pampa gaúcho na atualidade significa, necessariamente, entender os processos que os produziram, entre eles o uso da terra pelas diferentes formas de manejo nos sistemas de acesso a terra, e suas consequências à paisagem natural do pampa gaúcho.

A paisagem conforme Santos (2001) é um cenário revelador das transformações que ocorrem no meio socioeconômico, no meio natural e das inter-relações existente entre si, bem como do desenvolvimento do processo de produção de uma região para o atendimento das necessidades de consumo das sociedades.

As configurações da paisagem são conjuntos de sistemas naturais, herdados por uma determinada sociedade, e de sistemas de uso da terra, isto é, objetos técnicos e culturais historicamente estabelecidos cuja significância real advém das ações realizadas sobre ela.

As diferentes formas de uso, ocupação e conservação dos recursos naturais e que refletem em mudanças na paisagem natural de uma região estão estreitamente relacionadas às diferentes formas de acesso a terra.

Na região do Pampa Gaúcho o uso e ocupação da terra ocorreram a partir dos principais sistemas de acesso à terra que são: o regime de sesmaria, os lotes coloniais e os assentamentos de reforma agrária.

Contudo, essa relação com uso da terra e conseqüentemente as alterações na paisagem natural não deve ser considerada como um atributo de determinados indivíduos ou grupos, ao contrário, ela deve ser entendida como uma conseqüência que decorre do processo dinâmico de ocupação territorial e suas interações humanas que se expressam em termos históricos, sociais, políticos, econômicos e ambientais (FIDA,2000). Os objetivos delineados nesta pesquisa situam-se mais precisamente na esfera da análise na paisagem das microbacias do arroio Lagoão-RS e do lajeado Tamboretã-RS, que são representativas da região do Pampa Gaúcho que ocupa 66% da paisagem natural do Estado do Rio Grande do Sul.

Nesta pesquisa, o argumento central que se desenvolveu fundamenta-se na idéia que a partir do mapeamento das classes de uso e cobertura da terra em três datas distintas, usando técnicas de sensoriamento remoto, associados aos dados de campo, é possível fazer uma análise da estrutura da paisagem, a partir dos índices de área e forma selecionados, de uma região homogênea pré-determinada e compreender a dinâmica das mudanças ocorridas nos recursos naturais, como a vegetação e o campo nativo que são os elementos naturais da paisagem do pampa gaúcho. Para evidenciar essa argumentação procedeu-se à elaboração dos dados de campo e mapeamento das áreas dos diferentes sistemas de acesso a terra, sesmaria, colonial e assentamento de reforma agrária nas duas microbacias de estudo arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, que contemplam esses sistemas e são representativas da região do Pampa Gaúcho. E a partir dessa evolução temporal, a análise das mudanças ocorridas na paisagem natural no período de tempo estudado.

Portanto espera-se que, os dados levantados nesta pesquisa, possam contribuir no sentido de dar subsídios para avaliação dos sistemas de acesso a terra, considerando a preservação da paisagem natural da região do Pampa Gaúcho, pela sua importância histórica, cultural e ambiental para o Estado do Rio Grande do Sul.

### **1.3 Hipóteses**

- a) Qual o sistema de acesso a terra ataca mais danosamente o ambiente;
- b) É possível estudar paisagem com o uso de índices descritores.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo geral**

Analisar as alterações na paisagem das microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, utilizando o mapeamento temporal de uso e cobertura da terra e índices descritores da paisagem, nos diferentes sistemas de acesso a terra no RS.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- a) Mapear o uso e cobertura da terra em três datas distintas utilizando dados de sensoriamento remoto;
- b) Analisar os mapas obtidos e identificar os diferentes sistemas de acesso à terra existentes na microbacia do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS;
- c) Obter os índices descritores da estrutura da paisagem para as diferentes classes de uso e cobertura da terra;
- d) Analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra; através de dados de campo e dos índices descritores da paisagem nas microbacias em estudo;
- e) Analisar as alterações da paisagem natural das microbacias ocasionadas pelo manejo das áreas nos sistemas de sesmarias, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária;

## **1.5 Estrutura do trabalho**

Este trabalho é estruturado em sete capítulos. Sendo no primeiro capítulo apresentada a proposta de trabalho com a justificativa do objeto de estudo, a contribuição científica, hipóteses e os objetivos do mesmo.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica com temas pertinentes ao trabalho sendo composto por: sistemas de acesso a terra no Brasil, fundamentos conceituais,

classificação estrutura e descrição quantitativa da estrutura da paisagem, estudos da paisagem a partir de índices descritores da estrutura na descrição de paisagem, sensoriamento remoto aplicado ao estudo da paisagem e teoria dos fractais.

Para a descrição geral da área de estudo da pesquisa construiu-se o terceiro capítulo, e na sequência se apresenta os materiais que foram empregados e a metodologia aplicada.

Já o quinto capítulo apresenta a discussão e os resultados encontrados através da pesquisa de campo, do mapeamento de uso e cobertura da terra, e dos índices descritores da paisagem em três datas distintas.

Sendo o sexto capítulo constituído das conclusões e recomendações feitas a partir dos dados da pesquisa.

Finalizando no sétimo capítulo é relacionado às referências bibliográficas consultadas para desenvolver a pesquisa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Este capítulo apresenta temas que são considerados de extrema relevância científica para o desenvolvimento da presente pesquisa. São abordados estudos referentes aos sistemas de acesso a terra no Brasil, cadastro técnico rural, sensoriamento remoto aplicado ao estudo da paisagem, teoria dos fractais, fundamentos conceituais de paisagem e o uso e manejo da terra nos sistemas de acesso a terra-sesmaria, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária.

### 2.1 Sistemas de acesso a terra no Brasil

No desenvolvimento da presente pesquisa fez-se necessário discutir os diferentes sistemas de acesso a terra no Brasil e que fazem parte da estrutura fundiária da área objeto de estudo. A cronologia temporal no Brasil pode ser observada no QUADRO 01.

**QUADRO 01:** Cronologia temporal dos sistemas de acesso a terra no Brasil.

<i>Ano</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Comentários</i>
1.800	Colonização do Sul do Brasil	Período de implementação das sesmarias e da política de colonização. Imigrantes para exercerem atividades ligadas a agricultura.
1.824	Constituição	Primeira Constituição brasileira. É garantido o direito de propriedade.
1.850	Lei de Terras	Definia a compra como único meio de aquisição de terras. Lei feita para beneficiar os grandes fazendeiros, que tinham o poder econômico e político.
1.890	Registro Torrens	Criado por Rui Barbosa, neste registro o imóvel sofria o prévio expurgo legal na esfera judicial.
1.891	Constituição	Transferência das terras de uso público da União para os Estados.
1.916	Código Civil	Estabeleceu a discriminação das terras devolutas pertencentes ao Estado e às propriedades particulares.
1.960	Reforma Agrária	Movimentos sociais lutam de forma organizada.
1.964	Estatuto da Terra	Legitima a luta pela terra no Brasil. Art. 2 - É assegurada a todos a oportunidade de acesso à propriedade da terra, condicionada pela sua função social, na forma prevista nesta Lei.
1.968	Ato Institucional nº 5 (AI 5)	Na política agrária, o acesso à propriedade da terra estava condicionado a que os proprietários defendessem a integridade da Nação e a Segurança nacional.

<i>Continuação...</i>		
1988	Constituição	Reforme agrária – função social da propriedade
1.998	Banco da Terra	Instrumento utilizado para solucionar o problema de distribuição das terras no Brasil.
2.003	Novo Código Civil	A inovação está no § 1º do art. 1.228, o qual enfatiza as finalidades econômicas e sociais do direito de propriedade.
2002	Lei dos Registros Públicos	Georeferenciamento dos imóveis rurais, rede geodésica estadual, federal. Órgão gestor o INCRA em consonância com os cartórios de registro de imóveis.

Fonte: Vial, 2003.

Observando a cronologia temporal dos diferentes sistemas de acesso a terra no Brasil e especialmente no Rio Grande do Sul, citado no quadro 01 procurou-se discutir algumas características dos sistemas de sesmarias, colônias e assentamentos de reforma agrária, que contribuíram para a análise dos resultados obtidos na presente pesquisa.

### **2.1.1 Regime sesmarial**

Para o maior entendimento das alterações ocasionadas na paisagem natural das áreas oriundas do sistema sesmaria, fez-se necessário conhecer as características culturais, éticas, econômicas e política que levaram a implantação deste sistema no Estado do Rio Grande do Sul.

Neste caso, foram levantadas algumas citações como de Heidrich (2000), que coloca que a partir da colonização iniciada por Martin Afonso de Sousa, então nomeado governador geral pelo rei D. João VI, foi instituído no Brasil o Regime Sesmarial. E que neste regime a concessão de uso de terras era realizada às pessoas que tinham por obrigação colonizar a terra, ter nela sua morada habitual, explorá-la com culturas permanentes, demarcar os limites e pagar os tributos, sob pena de tê-las de volta ao patrimônio da coroa. As concessões eram feitas quase sempre às pessoas ligadas ao Governador-Geral, as quais freqüentemente não cumpriam as condições exigidas restringindo-se apenas ao pagamento de impostos. Isto contribuiu para o processo de latifundização, que até hoje distorce o sistema agrário brasileiro.

Por outro lado, Santana (2001) observa que os portugueses que chegavam ao Brasil sem um laço mais estreito com o Governador-Geral terminaram por ocupar sesmarias não ocupadas ou invadir pequenas áreas não concedidas. Isto originou o nascimento de minifúndios, que é igualmente repellido por uma política agrária eficiente.

Uma política agrária, para ser eficiente, além de preocupar-se com a fixação do homem na terra, deve dar condições a ele de desenvolver suas atividades de forma sustentável, com planejamento e tecnologia que leve ao desenvolvimento rural sem deterioração dos recursos naturais.

Embora a primeira constituição brasileira (1824), tenha considerado o direito de propriedade em toda a sua plenitude, no "império da posse", predominou a anarquia representada pela ocupação sem controle de terras, gerando uma situação tão desorganizada que seus efeitos são fortemente sentidos até os dias de hoje (SANTANA, 2001).

Em 1848, o Governo Geral, através da Lei nº 514 de 28 de outubro concedeu a cada uma de suas províncias 36 léguas quadradas de terras devolutas com o fim exclusivo de colonização.

Em 18 de setembro 1850, quando o país já vivia o regime imperial, foi editada a Lei 601 conhecida como a “lei das terras”, que cuidou, dentre outras coisas, de tratar da reorganização das posses e propriedades existentes, da separação das terras públicas das particulares e estabelecia os critérios para a estruturação das colônias agrícolas (VIAL, 2003).

O longo período sem controle das terras no Brasil deixou o império ausente de mecanismos para saber a real situação existente, daí porque a lei das terras criou o chamado “registro paroquial” ou “registro do vigário”. Este consistia no registro do fato da posse e também o ato de cessão do direito de possuir, que era feito perante o vigário da paróquia local. Estes registros não tinham força para conferir domínio, pois tinham como objetivo fazer um levantamento estatístico da situação das terras na época, e que segundo a literatura não foi alcançado.

Em que pese o caráter colonizador implantado pelo regime de sesmarias, com suas imperfeições, sempre contribuíram para uma desorganização no segmento de terras no Brasil.

Para Santana (2001), a sua extinção foi ainda mais maléfica que seu surgimento. Não porque se tratava de um sistema solucionador de problemas das terras no Brasil, mas porque com a sua extinção, em 17/ 07/1822, o país mergulhou num período de vinte oito anos sem legislação cuidando diretamente da questão agrária, originando o chamado “império da posse”.

### 2.1.2 Processo de colonização do Rio Grande do Sul

Este item procura abordar mais diretamente o sistema de colonização do Rio Grande do Sul, procurando através de sua história, identificar atributos (culturais, sociais, políticos, institucional, econômicos e ambientais) que compõem a sustentabilidade deste sistema até os dias atuais.

A política brasileira de colonização se efetivou com a vinda de D. João VI para o Brasil onde o processo de colonização assumiu um caráter de inovação e a proposta de renovar as estruturas existentes, com mão de obra européia, era uma das metas de tornar o país independente. Pela proposta do sistema de colonização conforme Heredia (2001) se pretendia criar novas condições econômicas, políticas e sociais a fim de desenvolver uma mentalidade que permitisse ao país superar todos os obstáculos decorrentes de sua formação inicial, sustentada pelo tripé: latifúndio, monocultura e escravidão.

O movimento de colonização trazia consigo uma série de objetivos que interligados mostrava a proposta do próprio movimento. Entre eles:

- a) a formação de um grande exército, pela necessidade de defesa do território onde eram visíveis as dificuldades de controle das fronteiras e conseqüentemente da própria hegemonia;
- b) a ocupação dos espaços vazios que propiciasse o desenvolvimento da agricultura, do comércio e da indústria, criando classes sociais intermediárias entre o senhor de terras e o escravo;
- c) a substituição da mão-de-obra escrava pela mão de obra livre, assalariada devido à expansão da causa abolicionista e a implantação do trabalho livre no crescimento das cidades através da estimulação do comércio e o incentivo à criação de serviços de infra-estrutura a fim de gerar o desenvolvimento das regiões (GIRON, 1987).

A colonização no Rio Grande do Sul foi basicamente realizada por açorianos, alemães e italianos. Cronologicamente ocorreu em períodos distintos, como descritos a seguir:

- a) Período de 1824 a 1830:

O sucesso da colônia de São Leopoldo, na Província de São Pedro do Rio Grande do Sul foi um exemplo decisivo de colonização européia pelo governo imperial. Segundo alguns estudiosos da imigração no Brasil (DE BONI, 1973), durante os anos de 1824-1830 aproximadamente "5300 colonos alemães foram enviados para a província do Rio Grande do Sul".

- b) Período de 1830 a 1840:



Neste período em decorrência da pressão exercida pelos latifundiários do Sul ao governo imperial, a imigração européia foi suspensa no Rio Grande do Sul. Para os grandes proprietários de terras, destinar verbas à colonização, significava mais uma "concessão à política abolicionista preconizada pela Inglaterra" (ROCHE, 1977). Desde a abdicação do Imperador, a grande preocupação da economia do País era o movimento abolicionista que passou a chamar mais atenção dos representantes políticos do que movimento de colonização.

c) período de 1840 a 1851:

Em dezembro de 1851, o Governo da Província do Rio Grande do Sul promulgou a Lei nº 229, que através do artigo nº 9, "concedia gratuitamente as terras aos colonos provindos da imigração", pois tinha a preocupação de controlar a "expansão do latifúndio, já que este constituía um entrave à exploração intensiva da terra e também a distribuição de sesmarias havia determinado um povoamento ralo e disperso" (FRANCO, 1979).

d) Período de 1851 a 1854:

Em 1854, com a lei 504, a orientação geral foi alterada e a colonização passou a ser realizada à base de venda da terra e de indenização das despesas nos cinco anos subseqüentes ao estabelecimento nas colônias, ficando para a Repartição Geral das Terras Públicas a delimitação das mesmas. Na área de estudo, objeto desta pesquisa, as colônias demarcadas se inseriram na 2ª Secção Tamboretã, Linha Jarí, conforme Mapas da Diretoria de Terras Públicas e Colonização do Estado do Rio Grande do Sul.

A Repartição Geral de Terras Pública, criada pelo governo, teve como objetivo agilizar e controlar a ocupação das terras devolutas (HEREDIA, 2001) ficando o estabelecimento de novos núcleos coloniais sob a responsabilidade da Inspetoria Especial de Terras e Colonização. Esta cuidava das questões referentes à terra, do atendimento e do destino dos colonos europeus. Essa Inspetoria era representada pela Diretoria da Colônia, sendo subordinada ao Presidente da Província (LEI Nº 601). Este Órgão tinha como suporte jurídico a Lei Providencial nº 301 que constituíram a Carta de Colonização da Província de São Pedro do Rio Grande do Sul, tendo seus artigos como:

*"Art. 1º - A Colonização da Província será feita sobre a base de terras; para este fim fica o respectivo presidente autorizado a comprá-las nos lugares mais próprios quando neles não haja terras devolutas compreendidas na disposição do art. 16 da Lei Geral nº 514, de 28 de outubro de 1848; esta venda será feita pela forma e sob as condições seguintes;*

*Art. 4º - A venda das colônias poderá ser feita a prazos, que excedam a 5 anos, e pelo excesso pagarão os colonos o prêmio de 1% ao mês, ficando as terras hipotecadas até o*

*completo pagamento, não só estas, como também das quantias que lhes tiverem sido adiantadas.*

*Art. 8º - Os colonos poderão cultivar suas terras por si mesmas ou por meio de pessoas assalariadas, não poderão, porém, fazê-lo por meio de escravos seus alheios, nem possuí-los nas terras das colônias sob qualquer pretexto que seja.*(PORTO, 1934).

e) período de 1859 a 1875:

Em relação ao ingresso de imigrantes no Rio Grande do Sul, período entre 1859 e 1875, a colonização das terras devolutas registra um número de 12.563 estrangeiros entrados na Província, das seguintes nacionalidades: alemães (8.412), austríacos (1.452), italianos (729), franceses (648), suíços (263) e outros (105) (MANFROI, 1975).

Na área de estudo a colonização caracteriza-se por uma população oriunda de imigrantes italianos e alemães, como as famílias Schmitt, Schubert, Eicheberg, Minuzzi, Gaeger, Muller, Kräuser, Girardon, Tasqueto, Bortoloto e Pizzato, conforme registros da Diretoria de Terras de Colonização do Estado do Rio Grande do Sul, e tiveram uma participação importante na forma de uso e ocupação da terra daquela região.

Em relação ao tamanho das propriedades oriundas do processo de colonização, constata-se que esse foi fundado sob o regime da pequena propriedade. O tamanho dos lotes coloniais recebidos pelos alemães variou de 77 hectares no ano de 1824, para 48 hectares no ano de 1848 (MANFROI, 1975), parecendo ser um tamanho ideal para um lote a ser ocupado com agricultura intensiva, alterando para 25 hectares em 1875, conforme descreve Jean Roche em seu estudo sobre a colonização alemã no Rio Grande do Sul (ROCHE, 1977).

Constatou-se que as colônias agrícolas foram no início divididas em léguas quadradas, linhas e travessões. Nem todas as léguas possuíam o mesmo número de travessões, dependendo dos acidentes do terreno, visto que as divisões eram feitas de forma geral sobre os mapas, não respeitando os acidentes geográficos de grande relevo (HERÉDIA, 2001). Esse sistema foi parcialmente alterado sendo os travessões substituídos por linhas numeradas, e as léguas substituídas por secções, ambas as situações foram implantadas nas microbacias de estudo, como a Secção Tamboretã e a Linha Jari. O número médio de lotes em cada légua era de 132 lotes, enquanto o de travessões era de 32 lotes (GIRON, 1987). Assim, os limites de cada colônia foram demarcados pelos travessões que significavam a divisão territorial entre as diversas localidades.

Segundo Azevedo (1975), "os travessões constituíam o pólo imediato de convergência e de coordenação da vila nos lotes, a unidade de referência para indicar a localização e as distâncias das colônias e o grupo primário de integração étnica e familiar".

Quando os colonos chegavam à colônia, podiam escolher livremente o lote de sua preferência, pagando à vista o preço fixado, segundo o regulamento da colônia. Para os que comprassem a prazo adicionava-se um acréscimo de 20% e o pagamento poderia ser realizado em cinco prestações iguais com início de pagamento a partir do segundo ano estabelecido. Aqueles que finalizassem seus débitos, antes do prazo final estabelecido, abatiam o valor de 6%. Os colonos que compravam terras a prazo recebiam títulos provisórios ou de designação de lotes e o título definitivo posteriormente quando quitada a dívida com a Fazenda Nacional, sendo este assinado pelo Presidente da Província (HERÉDIA, 2001).

Esses títulos continham a exata descrição das confrontações do lote, as distâncias e os rumos das linhas divisórias, a superfície quadrada e os nomes das áreas confrontantes, as condições e o ônus. Se o colono não se estabelecesse no lote com a morada habitual, e cultura efetiva, no prazo de dois anos perderia o direito ao mesmo lote que poderia ser vendido em hasta pública.

f) período de 1875 a 1899:

Em 1884, a Província encaminhou a emancipação dessas colônias, suspendendo ao mínimo suas responsabilidades. Acreditavam que o sucesso dessas colônias surgiria do trabalho humano e da expansão da agricultura. Com a Proclamação da República, o Governo Federal através da Delegacia das Terras e da Colonização em 1895 transferiu a responsabilidade pelo processo de colonização para o Governo do Estado.

Em 1892, através de um ato firmado por Barros Cassal, Presidente da Província, foram estabelecidas novas regras referentes à colonização do Rio Grande do Sul determinando que os lotes coloniais não seriam maiores de 30 hectares, dando preferência para compra as mesmas famílias residentes nos núcleos, aos quais seus antecedentes poderiam afiançar o aproveitamento das terras pretendidas (PELLANDA, 1950). A dimensão das terras para a lavoura seria de 100 hectares e das destinadas à área de colonização, de 400 hectares, tendo cinco anos de prazo para o pagamento final sob condição de perda da própria terra. Quanto às zonas privilegiadas das estradas de ferro, reservava uma faixa de 20 km em cada margem dos rios navegáveis e das estradas de rodagem, para a formação de núcleos coloniais. Em relação ao tamanho dos lotes constatou-se que as colônias, na região das áreas de estudo, são constituídas por lotes variando de 22 a 30 hectares.

Devido à Revolução Federalista, esses trabalhos foram suspensos, até 1899, a partir de então com a Lei N° 28, foi estabelecida uma nova regulamentação das terras devolutas, da formação dos núcleos, do preço das terras, da cobrança da dívida colonial, das obrigações e da defesa das matas naturais, entre outras.

g) Período de 1899 a 1913:

De 1903 a 1913, a Diretoria do Povoamento do Solo remeteu por conta da União grandes levas de imigrantes sem critérios de escolha. Essa Diretoria elegeu uma inspetora de Povoamento que adiantava aos imigrantes valores financeiros para a construção da casa, ferramentas e sementes.

A fim de regularizar essa massa imigratória, o Estado firmou com a União, em 1908, um convênio, pelo qual esta se comprometeria a remeter apenas 400 imigrantes por mês, e pagar ao Estado as despesas de hospedagem, por dia e por pessoa, e fornecer auxílio família. Por outro lado, o Estado deveria devolver à União valores monetários por família estabelecida à medida que fossem as famílias liquidando os seus débitos (PELLANDA, 1950).

Esse acordo foi rescindido pelo Estado, em julho de 1913, quando retornou o regime de imigração e colonização espontânea. Borges de Medeiros, Governador do Estado, justificava essa medida dizendo que o Rio Grande do Sul já possuía um número elevado de imigrantes, por ser sua população agrícola elevada, representando mais de 1/3 da população total. Entre 1875 e 1914, a estimativa oficial de imigrantes italianos, entrados no Rio Grande do Sul, foi de 84.000 (MEM DE SÁ, 1950).

Por todos esses elementos integrados a imigração no Sul do País assumiu um caráter especial que a diferenciou essencialmente daquela de São Paulo que tinha o intuito de fornecer um contingente de mão-de-obra para a grande lavoura do café ameaçada pelos movimentos abolicionistas na metade do século passado.

Observa-se que o processo de colonização do Rio Grande do Sul objetivou principalmente a formação de colônias agrícola produtoras de gêneros necessários ao consumo interno. Foram implantadas, longe da grande propriedade a fim de não criar problemas à hegemonia do latifúndio (HERÉDIA, 2001). A grande diferença entre as políticas do processo de imigração e de colonização era que do primeiro alterava o regime de trabalho e do segundo o regime de propriedade.

### **2.1.3 Reforma agrária no Brasil**

Entre as diferentes formas de acesso a terra destaca-se o Programa de Reforma Agrária que neste item procura-se discutir mais especificamente, em virtude de que na área das microbacias hidrográficas em estudo existir área de assentamento.

Na década de 60 o governo de João Goulart anuncia o lançamento das reformas estruturais do País, começando pela reforma agrária. Em 1964, logo após a implantação do Regime Militar é criado o Estatuto da Terra e, em 1970, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para coordenar a reforma agrária e promover a ocupação da Amazônia (MEDEIROS, 2004).

Nos anos 70 houve um aumento nas reivindicações por reformas, e os agricultores sem terra, para pressionar o governo, deram início à organização das primeiras invasões de áreas. Assim surge o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), como uma forma de organização popular de luta pela reforma agrária e a dos proprietários de terras que também se organizam e criam a União Democrática Ruralista (UDR). Com a redemocratização do país, os governos começaram a promover um número maior de assentamentos.

Em 1988, através da Constituição Federal é estabelecido que a grande propriedade que não cumprir sua função social pode ser desapropriada para fins de reforma agrária. Nesta lei os proprietários de terras além de manter a fazenda produtiva têm que preservar o meio ambiente e cumprir as obrigações trabalhistas, destacando-se principalmente, segundo Machado (1998), priorizando o aspecto social e ambiental da propriedade, o que contribuiu para o avanço nas políticas de formas de aquisição de terras no País e de preservação ambiental.

Na Constituição Federal de 1988 foi previsto o assentamento de famílias sem terras em propriedades improdutivas desapropriadas pela União com a indenização dos proprietários pelo valor de mercado das propriedades, recebendo o pagamento em Títulos da Dívida Agrária (TDA) o valor da terra nua e em dinheiro o valor das benfeitorias.

Mais recentemente, em dezembro de 1997, foi lançado o Programa de Crédito Fundiário, que concede crédito em condições especiais para associações formadas por pequenos agricultores e trabalhadores sem terra como forma de acesso a terra. Esse Programa denominado de Programa Piloto Cédula da Terra, foi inicialmente circunscrito em estados do Nordeste. Para Buainaine *et al.* (2004) esse era visto como parte de uma estratégia do governo neoliberal para "privatizar" a reforma agrária e beneficiar o latifundiário, que no lugar de ser "punido" com a desapropriação seria "premiado" com a venda de sua propriedade e ainda como medida destinada a desmobilizar os movimentos sociais com a promessa de aquisição de terra no mercado e retirar recursos da verdadeira reforma agrária, feita com base na desapropriação das terras improdutivas.

Para os mesmos autores um dos grandes desafios da reforma agrária é tornar os assentamentos economicamente viáveis, melhorando as condições de vida no campo. A

agricultura, cada vez mais mecanizada, exige grandes investimentos tecnológicos para garantir níveis altos de produtividade. No Brasil, as culturas voltadas para a exportação, como laranja, soja e cana-de-açúcar, têm apresentado crescimento, enquanto as que são tradicionalmente produzidas para o mercado interno estão estagnadas ou em queda. Essas transformações têm forte impacto sobre as pequenas propriedades rurais e dificultam o desenvolvimento dos assentamentos, onde a produção tende a permanecer no nível da subsistência.

Ainda Buainaine et al. (2004) observaram que entre os fatores que contribuem para o sucesso de um assentamento estão à proximidade de um centro urbano e a existência de estradas para escoar a produção. Os dados do Censo da Reforma Agrária, realizado entre dezembro de 1996 a março de 1997, mostram que as regiões que apresentam maior índice de abandono dos assentamentos no país são Norte e Centro-Oeste, onde há menos infra-estrutura e dificuldade de acesso às estradas. Por outro lado, uma pesquisa feita pela Universidade Federal do Rio de Janeiro nos estados do Acre, Mato Grosso, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Sergipe mostraram que nas regiões, onde ocorrem assentamentos bem sucedidos, há uma sensível diminuição do êxodo rural e, em alguns casos aumenta o número de habitantes na área rural. Como exemplo disso cita-se a região do Pontal do Paranapanema, São Paulo onde a população rural cresce 29% entre 1991 e 1996 (IBGE, 2002). Outro fator decisivo para o êxito é o acesso ao crédito.

Nos últimos treze anos foram assentadas 416.600 famílias no Brasil. Sendo 63,5%, ou 264.625, durante o primeiro governo de Fernando Henrique Cardoso (1994 a 1998). Até 1997 haviam sido assentadas 186.530 famílias, sendo mais de 70% nas regiões norte e nordeste. Entre Janeiro e Dezembro de 1998 foram assentadas 78.095 famílias e outras 19.064 aguardavam o título de posse da terra pelo INCRA. No Estado do Rio Grande do Sul até o final de 2004, o número de assentamentos era de 318, e estão distribuídos por todas as regiões do Estado (INCRA, 2006).

#### **2.1.3.1 Implantação dos assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Sul**

Este item discutiu mais especificamente os assentamentos realizados no Rio Grande do Sul, que neste estudo está representada pelo assentamento Bela Vista, tendo parte deste localizado na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.

A formação dos assentamentos rurais no Estado a partir dos anos 70, segundo Medeiros (1999), pode ser subdividida em três fases com características distintas: a primeira, de 1978 a 1984; a segunda de 1985 a 1988 e a terceira, de 1989 até nossos dias. Sendo identificadas, principalmente, por três aspectos centrais: os diferentes tipos de intervenção estatal, as distintas formas de organização e pressão pela reforma agrária e suas repercussões nos aparatos governamentais e os assentamentos formados e suas especificidades.

A primeira fase teve como marco a retomada das lutas sociais no campo com a reação de grupos indígenas para recuperar suas terras, município de Nonoai em 1978 e 1979, onde aproximadamente mil famílias de pequenos produtores foram expulsas.

Aliaram-se a estes episódios as 526 famílias remanescentes dos “afogados da barragem de Passo Real” excluídas dos projetos de assentamentos, que ocuparam de maneira irregular estas reservas indígenas, e também com inúmeros outros pequenos agricultores dos próprios municípios da região, que arrendavam partes da reserva e foram forçados a sair das terras (ZAMBERLAN et al. , 1989)

Ainda em 1979, ocorreram as ocupações das fazendas Macali e Brilhante, na região do alto Uruguai, noroeste do estado do Rio Grande do Sul, o que para Navarro (1997), o sucesso destas primeiras ocupações encorajou a repetição da tática na tentativa de ampliar o número de beneficiados. Assim evidenciou-se a existência de um grande número de famílias sem terra dispostas a mudar sua condição social.

Com a organização do acampamento de “Encruzilhada Natalino”, ao longo da estrada que liga Passo fundo a Ronda Alta, em março de 1981, com aproximadamente 600 famílias, além do apoio de um grande número de religiosos, Medeiros (1999) observou que, em uma conjuntura de decomposição do regime militar, o cerco da área por tropas federais revelou-se como um grave erro governamental, pois estimulou uma extensa rede de apoios, agregando um amplo espectro de forças sociais, fazendo com que estes episódios criassem as bases da instituição de fato do MST.

Este período de luta pela terra se caracteriza, comenta Medeiros (1999) foi a re-introdução das antigas táticas de ocupação e formação de acampamentos, associados de mecanismos de grande impacto visual (barracos de lona, a miséria, a teimosa e determinação dos acampados). De outro lado à resposta reativa governamental as grandes mobilizações por terra resumiram-se à compra de terras de baixa qualidade, sem a alocação de recursos financeiros e técnicos que pudessem garantir um impulso inicial à produção nos novos assentamentos.

Como conseqüências deste período têm-se o elevado índice de abandono encontrado no período, pois das 563 famílias assentadas, 33% abandonaram ou trocaram de lotes (NAVARRO, 1997).

A segunda fase (1985-1988) caracterizou-se por uma atuação mais intensa e mais estruturada do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem terra, aliada a uma desorganização governamental, o que tornava o governo vulnerável à pressão das forças organizadas. Neste contexto, a apresentação do Primeiro PNRA – Plano Nacional de Reforma Agrária da Nova república, em setembro de 1985, em pleno ambiente de “democratização” provocou expectativas de ação governamental como também pressões pelo seu cumprimento (MEDEIROS, 1999).

O mesmo autor coloca que esta foi chamada fase de ação, pois se caracterizou muito mais pelas desapropriações com atuação direta de um órgão do governo federal (INCRA) no Rio Grande do Sul, ausente na primeira fase, do que propriamente pela implementação de políticas que pudessem viabilizar a produção, na medida em que os recursos do PROCERA estavam apenas começando a serem oferecidos e nem sempre foram transformados em meios de produção.

A terceira fase que ocorre entre 1989 até a presente data (2006), se caracteriza pela saída de cena do governo federal que reduziu fortemente as ações de desapropriação no final do governo Sarney, interrompendo-as completamente no governo Collor, reiniciando aos poucos com o governo de Itamar Franco, Fernando Henrique Cardoso e o atual governo Lula. Porém estes governantes vêm recorrendo ao instrumento da compra de propriedades em detrimento das desapropriações (MEDEIROS, 2004). Ressalta ainda o autor, os sérios obstáculos legais que a regulamentação dos dispositivos gerais inscritos na nova constituição, promulgada em 1988, introduziram para a política da reforma agrária, possibilitando variadas contestações judiciais aos atos desapropriatórios.

Com essa retomada pelo Governo Federal, quando novas desapropriações foram iniciadas intensificou-se a compra de terras, desta vez utilizando-se dos revalorizados Títulos da Dívida Agrária (TDA), porém o autor citado observa que muitas destas compras estiveram sendo pautadas por critérios duvidosos, que privilegiavam proprietários ineficientes, dispostos a vender suas propriedades e incorporando áreas de baixa qualidade para novos assentamentos.

No caso da área utilizada para Reforma Agrária na microbacia hidrográfica do Lajeado Tamboretã foram áreas com diferentes solos, classes de declividade e de aptidão do solo. Nesta área foi implantado em 1986 o Assentamento de reforma agrária Bela Vista onde foram



assentadas inicialmente 31 famílias. Cabe-se ressaltar que a implantação de assentamentos de reforma agrária deveria passar por informações técnicas e legais que contemplassem além do domínio do imóvel, também o mapeamento das propriedades, o que resultaria no Cadastro Técnico da propriedade rural, que será descrito a seguir.

#### **2.1.4 Uso e manejo da terra nos sistemas de acesso a terra: sesmarias, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária.**

Na microbacia do arroio Lagoão ocorre à presença do sistema de acesso a terra de sesmaria, que conforme Bernardes (1997), se caracteriza principalmente pela exploração da atividade de pecuária extensiva sobre campos nativos.

Inicialmente o uso da terra era exclusivamente dos campos nativos, permanecendo sem aproveitamento as terras de mata ciliar e capões de mata nativo que eram usadas, em pequenas áreas, como agricultura em caráter de subsistência com culturas como trigo, milho, batata e feijão.

Mais recentemente, a partir dos anos sessenta, intensificou-se a área de lavoura em regiões de pecuária, para Medeiros (1999) essa expansão deve-se principalmente ao cultivo da soja, e do milho que se alastrou em todas as direções sobre os campos limpos onde não ocorrem relevos acidentados e perfis de solo demasiadamente rasos, que são os principais limitantes naturais à mecanização.

Ressalta-se também a expansão da lavoura mecanizada de arroz irrigado, principalmente sobre as matas de galeria situada ao longo dos cursos d'água, sendo mais intensa na região da fronteira, margeando o rio Uruguai, divisa com a Argentina, e nas áreas litorâneas da divisa com o Uruguai.

O sistema agrícola adotado no sistema de acesso a terra de lotes coloniais foi o de rotação de terras, predominando inicialmente a cultura de milho com a capoeira. Esse sistema de lavoura, chamado de "rotação de terras melhorada", prosperou apesar do enfraquecimento do solo com o tempo devido a essa prática de cultivo.

O milho era "cultivado consecutivamente na mesma área, por um período de seis e dez anos" (VALVERDE, 1950). O repouso do campo só era feito quando apresentava sintomas visíveis de esgotamento, descansando de dois a três anos, sendo plantado novamente o milho, após a derrubada da capoeira. A baixa fertilidade do solo com o sistema de exploração,

desencadeando um aumento no ciclo da rotação de terras e a introdução de novas culturas como o centeio, a cevada, o feijão, a batata doce, a cana, a mandioca, a cultura do arroz e do trigo. Esses cereais eram plantados alternadamente sempre na mesma roça. Na fase inicial da implantação das colônias o trigo era cultivado no próprio consumo das comunidades, porém após 1900, o Governo do Estado do Rio Grande do Sul incentivou a lavoura tritícola, levando esta a assumir um lugar de destaque na economia da Província. Além de alimento para o homem, o milho era utilizado também como fonte de criação de animais como aves e porcos. Essa cultura de fácil plantio, sem grandes exigências quanto ao preparo da terra, foi à primeira fonte de subsistência dos imigrantes.

O milho era plantado duas vezes ao ano e a colheita lhes trazia bons resultados. Pela descrição dos mais antigos, nesta época a terra era fértil a água abundante e o resultado era frutífero. Terminada a colheita do trigo, o campo era deixado em capoeira durante 6 a 8 anos. Em geral, a capoeira era queimada em setembro. Os instrumentos agrícolas utilizados foram o arado pequeno e a enxada, não tendo como costume o uso do esterco na lavoura, utilizando-o apenas nas hortas domésticas (HERÉDIA ,2001).

Tendo em vista o sistema de cultivo, a paisagem da região de colônias apresentava traços do modelo agrícola indígena, de produção de caráter primitivo, com métodos rotineiros. Usavam o sistema de exploração baseado na rotação de terras e não na rotação de culturas como era comum no modelo de agricultura europeu. Os imigrantes com o decorrer do tempo foram alterando o sistema de plantio, mas continuaram não tendo preocupação nenhuma com a proteção da natureza com o desgaste do solo e controle da erosão (HERÉDIA ,2001).

Os resultados históricos deste processo político de colonização obtiveram êxito e resultaram na construção de um Estado de economia diversificada, na qual a colonização representou a riqueza da sua proposta. A pequena propriedade colonial no Brasil e especificamente no Rio Grande do Sul, não foi resultado da conquista de grupos subalternos nacionais, "nem o resultado de transformações sociais que tivessem tornado inviável a grande propriedade monocultora; foi uma concessão das classes dominantes, latifundiárias para com os estrangeiros, tendo como finalidade salvar os interesses da grande lavoura" (DE BONI, 1973).

O sistema agrícola adotado no sistema de acesso a terra de assentamentos de reforma agrária Bela Vista, parte deste inserido na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, foi o de agricultura familiar, predominando inicialmente a cultura de milho, feijão e mandioca. Esse sistema de lavoura era não mecanizado, chamado de subsistência, com baixa tecnologia e localizados em pequenas áreas sobre a mata ciliar e capões de mata nativa, e prosperou no

início de implantação do assentamento no ano de 1986, apesar do enfraquecimento do solo com o tempo devido a essa prática de cultivo.

Mais recentemente procurando uma agricultura mais moderna e a integração no sistema produtivo, essas áreas do assentamento passaram a serem ocupadas por lavouras mecanizadas de soja, milho e fumo, em áreas anteriormente tomadas por pastagem nativa.

## **2.2 Fundamentos conceituais de paisagem**

Para fundamentar esta pesquisa faz-se necessário conceituar a paisagem, pois a partir do mapeamento da propriedade pode-se efetuar o estudo das alterações da estrutura da paisagem, que através dos índices descritores da paisagem fornecem informações para o monitoramento da fragmentação desta paisagem e suas implicações ambientais.

Considerando que o uso e cobertura da terra condicionam diferentes cenas na paisagem, neste item foi discutido a importância da dinâmica do estudo paisagem, com seus atributos, na análise das questões ambientais que ocorreram na estrutura da paisagem das microbacias do arroio Lagoão-RS e do lajeado Tamboretã-RS, que representam os diferentes sistemas de acesso a terra que ocorrem no Rio Grande do Sul e mais especificamente na vegetação do pampa gaúcho, que representa em torno de 66% da área do Estado e se caracteriza por uma predominância de campos nativos com exploração econômica da pecuária extensiva.

Estas diferentes cenas, em geral, extrapolam as áreas de atuação de várias ciências, posto que a compreensão das relações do meio-ambiente e sua dinâmica requerem uma visão integrada de ambos os aspectos físicos e ecológicos de sistemas naturais e de suas interações com os fatores socioeconômicos e políticos.

Os diversos níveis de uso e cobertura da terra em uma região ocorrem de forma extremamente complexa. Em decorrência disto, na natureza assumem expressões espaciais que refletem em diferentes alterações na paisagem e no desempenho funcional e comportamental dos fatores envolvidos em face das circunstâncias ambientais em que se procedam as suas transações de energia dentro de um ecossistema.

A magnitude pelo qual um processo de uso e ocupação do solo afeta a estabilidade e autocapacidade de um ecossistema de se recuperar está vinculado às características da região em que está inserido, na ruptura das relações ambientais e no potencial dos impactos negativos que lhe é inerente (RAVAN et al., 1995).

O termo "paisagem" foi introduzido como conceito geográfico - científico no início do século XIX por Alexander Von Humbolt, que definiu a Paisagem como "o caráter total de uma área geográfica". Humboldt, ao procurar conhecer as inter-relações entre os componentes da paisagem, tinha como preocupação principal às características físicas do meio-ambiente, sem todavia negligenciar os aspectos humanos (SOARES FILHO, 1998).

Historicamente com a evolução das ciências da terra no Ocidente, o significado do termo Paisagem foi observado como uma caracterização das feições fisiográficas, geológicas e geomorfológicas de uma região da crosta terrestre, tornando-se sinônimo de forma de relevo. Em contrapartida, na ex-União Soviética, foi desenvolvida uma interpretação muito mais abrangente do conceito de paisagem, incluindo nesta, ambos os fenômenos orgânicos e inorgânicos (SOARES FILHO, 1998).

Uma outra definição importante da paisagem foi o conceito estabelecido por Zonneveld (1979), que coloca a Paisagem "como uma parte do espaço na superfície terrestre abrangendo um complexo de sistemas caracterizados pela atividade geológica, da água, do ar, de plantas, de animais e do homem e por suas formas fisionômicas resultantes, que podem ser reconhecidos como entidades".

Para Lucas (1991) o termo "paisagem" leva em conta os componentes naturais, como a geomorfológica e a vegetação, os fatores de intervenções humanas, e as qualidades estéticas que são aquelas relacionadas à reação mental da visão humana.

Ao reconhecer e incluir a dimensão humana no estudo da ecologia e manejo de paisagens, os cientistas das ciências naturais começaram a incorporar de maneira crescente, conceitos e métodos originários das ciências sociais. O conceito de paisagem como elemento da memória e, portanto, da cultura de diferentes sociedades, é fundamental ao entendimento da dimensão humana das paisagens (SCHAMA, 1996).

Foi com Carl Troll, em 1939, quando estudava o uso das terras e o desenvolvimento do oeste da África, que surgiu o termo "ecologia da paisagem", imaginando o grande potencial que as fotografias aéreas teriam nos estudos da paisagem (NAVEH et al. 1994). Tal conceito de paisagem foi aplicado nessa pesquisa através do mapeamento do uso e cobertura da terra obtido na fotointerpretação de aerofotos de diferentes datas para fazer as análises das suas relações espaciais da paisagem, e desvendar os processos de que resultaram.

Entre esses se destaca o processo de acesso a terra nas microbacias a serem estudadas, pois através da colonização por imigrantes italianos e alemães, o domínio sesmarial e os assentamentos de reforma agrária, foram acontecendo diferentes processos de uso e ocupação

da terra, e essas ocupações antrópicas com sua dinâmica espaço-temporal ocasionaram na paisagem modificações nos padrões dos fragmentos.

## 2.3 Classificação de paisagem

Para um melhor entendimento das mudanças temporais que ocorrem em uma paisagem, neste item aborda-se a classificação de paisagem por ser de relevância para os resultados obtidos nessa pesquisa.

Uma paisagem terrestre pode ser classificada quanto ao grau de intervenção humana em: paisagem natural, modificada e organizada (DOLFUSS, 1978). Segundo este autor, uma paisagem natural, seria aquela que não foi submetida à ação do Homem, pelo menos à curto prazo, enquanto a modificada, sofreu um processo de transformação pelo homem até uma certa extensão, consistindo em um estado de transição para a paisagem organizada. Esta última, também conhecida como paisagem cultural, que resulta de uma ação combinada e continua do Homem sobre o ambiente que podem ser descritas como paisagens rurais, caracterizadas pelas atividades agro-pastoris, e paisagens urbanas.

Desta forma à análise de uma paisagem quer seja ela natural, modificada ou organizada, deve levar em conta o reconhecimento das diferentes escalas dos elementos de paisagem, os quais aparecem como fragmentos e variam de tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de bordas. Esses elementos básicos que formam uma paisagem recebem diferentes denominações como *patch*, ecótopo, elemento da paisagem, fragmentos entre outros, dependendo do sistema de classificação de paisagem utilizado.

No estudo de ecologia da paisagem o trabalho de Bridgewater (1993) relata o sistema de classificação da paisagem de Christian et al. (1953) que trás uma abordagem sistemática organizada em níveis hierárquicos, na qual a forma do relevo, solo e vegetação são combinados em unidades observáveis e facilmente discerníveis numa paisagem. Esta classificação tem no primeiro nível o sitio definido como uma porção da superfície terrestre sendo para efeitos práticos, se considerada uniforme em termos de forma de relevo, solo e vegetação. No segundo nível hierárquico, coloca que os diferentes sítios compõem uma unidade de paisagem, cuja determinação se fundamenta na forma de relevo comum. As unidades de paisagem com características semelhantes são agrupadas em um sistema de paisagem, o qual apresenta um padrão geograficamente associado de feições geomorfológicas

recorrente, sendo que os limites desta ultima unidade coincidem usualmente com feições geológicas e geomorfológicas discerníveis.

O sistema de classificação de Zonneveld (1972) também organizado em níveis apresenta o ecótopo (sítio, tessela ou célula), sendo a menor unidade holística da paisagem, caracterizada pela homogeneidade de pelo menos um atributo (atmosfera, vegetação solo, rocha, água etc.), a faceta terrestre, geofáceis ou microcoro, que corresponde a uma combinação de ecótopos, formando um padrão de relacionamentos espaciais, o sistema terrestre equivale a uma combinação de geofácies que formam uma unidade mapeavel em uma escala de reconhecimento e por ultimo a paisagem principal, como uma combinação de sistemas terrestres em uma região geográfica.

Posteriormente Zonneveld (1972) considerou a unidade da paisagem de acordo com uma visão sistêmica definida como um extrato da superfície da Terra ecologicamente homogêneo, onde os gradientes internos não podem ser distinguidos ou são expressivamente menores, ou possuem um padrão distinto em relação às unidades vizinhas, em certa escala de interesse.

Assim, esta sendo um conjunto tangível de relacionamentos internos e externos, e vai fornecer as bases para o estudo das inter-relações topológicas e corológicas e sua definição tem como base as características mais obvias ou mapeáveis dos atributos da Terra como o relevo, o solo e a vegetação, incluindo as alterações antrópicas nesses três atributos.

Dentro dos sistemas de classificação da paisagem, ainda se considerou a metodologia de classificação de Forman et al. (1986), que será usada nesta pesquisa, por representar a unidade de cobertura de terra. Os autores denominam como elementos da paisagem as unidades ecológicas básicas que possuem relativa homogeneidade, não importando se eles são de origem natural ou humana, esses elementos podem ser considerados do ponto de vista ecológico como ecossistema. E a porção mais homogênea dentro de uma paisagem heterogênea denominada de fragmento, que representa a menor unidade homogênea visível na escala espacial de uma paisagem.

Neste contexto, os elementos de paisagem seriam usualmente identificáveis em fotografias aéreas ou mesmo imagens de satélite, podendo variar de metros a quilômetros de extensão.

Como visto, neste estudo o termo fragmento da paisagem será usado no sentido de referenciar os diferentes tipos ou classes de uso e de cobertura da terra e o termo unidade da paisagem para implicar regiões, representativas de sistemas ambientais formadas por um conjunto único de vegetação, solo, relevo e clima.

## 2.4 Estrutura da paisagem

As diversas paisagens, de acordo com Forman et al. (1986) possuem uma estrutura comum e fundamental composta a partir do mosaico de fragmentos originados pelos diferentes tipos de uso e cobertura da terra.

A característica estrutural da paisagem é resultante de uma função geradora que coordena a organização espacial dos elementos da paisagem, originando arranjo espacial repetitivo, representado pelo padrão ou textura, formado por um mosaico de fragmentos e seus corredores dispostos em uma matriz de fundo. Diante do exposto para descrição da paisagem de uma região, mais especificamente nos diferentes sistemas de acesso a terra, torna-se importante caracterizar fragmentos (manchas, elemento da paisagem etc), corredores e a matriz envolvente.

Nessa perspectiva a estrutura da paisagem da região da Unidade pampa gaúcho está representada por uma matriz composta por pastagem nativa onde estão inseridos os corredores que são as matas ciliares e os fragmentos que são compostos predominantemente pelas classes de uso e cobertura da terra, mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica.

Soares Filho (1998) observa que o conhecimento do arranjo espacial da paisagem, em um instante no tempo, pode revelar não só os processos que estão ocorrendo, mas também refletir os processos que determinaram o seu desenvolvimento. Em decorrência disso os componentes da paisagem interagem, resultando em padrões, que são reflexos de mecanismos causais e, em menor proporção, de componentes aleatórios, cujos resultados vão influenciar os diversos processos físicos, ecológicos ou físico-ecológicos.

### 2.4.1 Fragmentos

Para Farina (1998) os fragmentos de uma paisagem podem ser definidos como uma superfície não linear que difere em aparência de seu entorno, variando em tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de borda. Os fragmentos se encontram sempre embebidas numa matriz, com uma área de entorno de diferente estrutura e composição.

O mesmo autor definiu a estrutura da paisagem inicialmente como uma série de fragmentos circundados por uma matriz de composição diferente. Estes fragmentos podem ser

naturais de uma paisagem ou terem surgido como resultado de ações antrópicas. Quando os fragmentos são de origem antrópica tornam-se uma ameaça à biodiversidade. Cita como exemplo a fragmentação de florestas nativas, que afeta os processos biológicos e naturais dos mais variados ecossistemas, em virtude da redução dos tipos de formações e redução proporcional na forma, tamanho e grau de isolamento dos fragmentos.

Para Kotliar et al. (1990) os fragmentos são dinâmicos e ocorrem em diferentes escalas temporais e espaciais possuindo uma estrutura interna.

Segundo Valente (2001), normalmente os fragmentos na paisagem representam ecossistemas compostos por comunidades de plantas e animais, e pela presença proeminente de rocha, solo, pavimentos ou edificações. Quatro categorias de fragmentos podem ser reconhecidas em uma paisagem baseada nas suas origens ou mecanismos causais: fragmentos de perturbação, remanescentes, de distribuição de recursos ambientais e as causadas pela alteração antrópica, como no caso dos fragmentos agrícolas ou formados por habitações.

a) Fragmentos de perturbação: A alteração de pequenas áreas na matriz de uma paisagem produz uma mancha de perturbação ou distúrbio que causa uma mudança significativa no padrão normal de uma paisagem. Em um sistema próximo da estabilidade as perturbações ocasionam mudanças dramáticas nos elementos da paisagem. As perturbações podem ser oriundas de diversas causas, como de distúrbios naturais, tais como fogo, desmoronamentos, tempestades ou pela prática do uso da terra, tais como: agricultura, queimada de campo e derrubada da mata nativa.

b) Fragmentos remanescentes: É o que sobra em meio a um mar de perturbações, como no exemplo de manchas de vegetação, poupada pelas queimadas de campo, fogo florestal e avanço da agricultura, tornando-se pequenas ilhas que posteriormente serão utilizadas como fontes de sementes necessárias ao processo de regeneração vegetal.

c) Fragmentos de regeneração: Podem ocorrer assemelhando-se as manchas remanescentes, mas com uma origem distinta. Um processo de regeneração ocorre quando um local, dentro de uma área de perturbação crônica, fica livre, permitindo o desenvolvimento do processo de sucessão vegetal.

d) Fragmentos agrícolas: São dependentes de dinâmicas das atividades de manutenção. Portanto no caso das microbacias de estudo, que são paisagens rurais a dinâmica dos fragmentos oriundas do uso e ocupação do solo depende largamente do tipo de atividade e manejo utilizado. Interrompendo-se esta atividade, o fragmento será invadido por espécies da matriz florestal, dentro de um processo de sucessão até seu conseqüente desaparecimento.



Os processos de destruição e de regeneração dos fragmentos geram diferentes estágios de desenvolvimento que são mantidos simultaneamente em uma escala regional. O equilíbrio no processo de perturbação e de regeneração pode levar a uma estabilidade aparente no sistema da paisagem. Portanto a estabilidade de uma paisagem está condicionada a sua resistência aos distúrbios e capacidade de recuperação. Para Soares Filho (1998) a estabilidade gerada de uma paisagem seria função de uma proporção entre os elementos estabilizadores e desestabilizadores.

Selman et al. (1992), colocam ainda que um fragmento, qualquer que seja seu tipo ou origem, se faz representar por um ente geométrico em um mapa, formado por um único polígono, no caso da representação vetorial, definido por um conjunto de *pixels* contíguos de valor equivalentes, representação matricial. Desta forma em termos cartográficos, os fragmentos vão possuir ainda atributos nominais (classes) definidos pelos tipos de elementos de paisagem que os compõem (estradas, florestas, campos agrícolas etc.).

Em vista dos fundamentos citados concorda-se com Soares Filho (1998) ao observar que a estrutura de uma paisagem pode ser analisada utilizando a representação cartográfica dos fragmentos, a partir de um conjunto de parâmetros como forma, tamanho e número dos fragmentos.

#### **2.4.2 Corredores**

Compondo a estrutura de uma paisagem têm-se também os corredores que são faixas estreitas de vegetação encontradas dividindo e unindo a maioria das paisagens.

Os corredores ligam elementos de uma mesma classe estabelecendo na paisagem um fator de conectividade, função da configuração de redes, e permitem o movimento e intercambio genético entre animais e plantas. Metzger et al. (1999) ao discutir a estrutura da paisagem e a diversidade das espécies coloca que a estrutura externa dos corredores, definida por sua largura e complexidade na distribuição espacial, é que irá determinar o acontecimento dos deslocamentos na paisagem.

Os corredores variam em comprimento e na função. Os corredores em linha são geralmente estreitos, resultantes de atividades humanas e têm como função a movimentação de espécies da borda. Os corredores em faixas, geralmente são largos o bastante para apresentar um efeito de borda e um micro-ambiente em seu interior e tem como função o

movimento de espécies características do interior de um fragmento florestal, (FORMAN, 1997).

Nas áreas da microbacias de estudo, que representam os diferentes sistemas de acesso à terra que ocorrem no Rio Grande do Sul, os corredores são representados pelas matas ciliares que circundam os rios e arroios da região. Estes podem ser naturais ou antrópicos e são os grandes responsáveis pela conexão de fragmentos florestais naturais, geralmente aumentando o número de espécies e contribuindo para a dispersão das espécies arbóreas.

### **2.4.3 Matriz**

Em um estudo da estrutura da paisagem, deve-se ainda examinar a matriz que representa o tipo de elemento com maior conectividade, ocupa a maior extensão na paisagem e tem maior influência no funcionamento de outros ecossistemas. No caso das microbacias de estudo a paisagem é dominada pelo elemento matriz pastagem nativa, com fragmentos de diferentes tipos de vegetação.

A distinção entre os fragmentos e a matriz de uma paisagem consiste num grande desafio em um estudo da estrutura da paisagem. Além de ter uma área bem mais extensa e com limites côncavos envolvendo a outros elementos, a matriz também pode ser caracterizada pela sua maior conectividade e pelo seu controle preponderante no fluxo de energia e na dinâmica da paisagem. Portanto se nenhum tipo de elemento de paisagem for predominante, o maior grau de conectividade indicara qual elemento corresponde a matriz.

As medidas básicas de uma matriz são: grau de porosidade e conectividade. A porosidade consiste na medida de densidade de fragmentos numa paisagem e a conectividade estabelece o grau de percolação em uma paisagem (GARDNER et al., 1991). Por exemplo, as matrizes que permitem a maior conectividade entre os fragmentos florestais são consideradas as de maior porosidade, fator que terá influência direta na conservação e preservação dos remanescentes florestais.

Dentro deste enfoque, cabe ressaltar que qualquer estudo da estrutura da paisagem necessita reconhecer as suas mudanças através do tempo, visto que a mesma consiste, em um dado momento, de um estágio no qual processos dinâmicos estão ocorrendo, não estando claro o destino dos elementos de paisagem (BRIDGEWATER, 1993). Assim o panorama resultante de uma paisagem consiste em um mosaico de fragmentos de vários tamanhos,

origens e estágios de regeneração, que se encontra em constantes mudanças, podendo ou não tender a equilíbrios transitórios de conversão a várias taxas (URBAN et al., 1987).

O mesmo autor coloca, por fim, que qualquer estudo quantitativo das dimensões corológicas da paisagem requer que o tempo ou as mudanças temporais sejam considerados, quer na compreensão das relações dos padrões e dos processos naturais e antropogênicos que os originaram ou na prognose ambiental de uma microbacia hidrográfica com vista ao desenvolvimento sustentável. Este aspecto, também, foi considerando na presente pesquisa, ao inserir a análise temporal em três períodos distintos, anos de 1966, 1996 e 2001.

Desta forma constata-se que as paisagens são heterogêneas, diferindo em termos de composição, configuração de fragmentos e matriz e conseqüentemente são funcionalmente diferentes no tocante ao fluxo de espécies, energias e materiais entre seus elementos (SELMAN et al., 1992).

Portanto o conhecimento da estrutura da paisagem dos diferentes sistemas de acesso a terra, a partir de um mapa do uso e cobertura da terra, em diferentes períodos, torna-se uma ferramenta fundamental no planejamento socioeconômico e ambiental de uma região.

## **2.5 Descrição quantitativa da estrutura da paisagem**

Como discorrido anteriormente, uma paisagem se encontra em constante evolução, podendo sua estrutura e composição se alterar drasticamente através do tempo. Essas mudanças geralmente são associadas aos tipos de uso e cobertura da terra, utilizados na presente pesquisa, para cada sistema de acesso à terra que foram quantificados através dos índices descritores da paisagem.

Portanto, em um estudo ambiental a análise da influência do uso e cobertura da terra no meio ambiente de uma região requer a investigação dos mais variados tipos de processos naturais através de metodologias que possibilitem a descrição quantitativa dos padrões e da estrutura das paisagens, para que dessa maneira possam ser entendidas e realizadas as predições sobre o fenômeno avaliado.

Neste sentido, cientistas vêm desenvolvendo diversos métodos e índices para a descrição da configuração da paisagem, como os trabalhos de Lovejoy et al. (1986), Mandelbrot (1983), Forman et al. (1986); O'Neill et al., 1998; Turner et al. (1990); Gustafson et al. (1992); Li et al. (1993) e McGarical (1995).

Na área florestal, Hargis et al. (1998) recomendaram alguns índices de paisagens que são utilizados nos estudos de fragmentação de florestas para gerarem paisagens artificiais e representar o processo de fragmentação nas quais eram controlados o tamanho, a forma dos fragmentos e a forma com que o distúrbio alterava. Nesta pesquisa entre os índices que serão avaliados está a forma dos fragmentos, como o que utiliza a relação perímetro-área através da dimensão fractal.

Jorge et al. (1997) para discutir a fragmentação das formações de floresta mesófila, de mata ciliar e de vegetação de cerrado, na região de Botucatu, SP, através de dados retirados do mapa de uso e cobertura da terra da região, resultante da classificação digital supervisionada da imagem do satélite Landsat, utilizaram: os índices de diversidade e dominância em relação ao uso da terra da região; a área e o perímetro médio dos fragmentos florestais; o número, a densidade de fragmentos e a razão perímetro /área através da dimensão fractal, entre outros.

Tendo em vista que alguns dos descritores de paisagem são calculados em função de cada fragmento presente na paisagem, enquanto outros só são válidos para certas regiões amostrais, conforme Soares Filho (1998) somente um índice descritivo não é suficiente para caracterizar a estrutura de uma paisagem. Ainda considerando, também, que existe uma variedade de índices utilizados na ecologia da paisagem observando as diferentes citações se constatou que embora existam grandes variedades de índices, a quantidade de índices a serem estudados, em qualquer pesquisa, depende do tipo de informação que se quer obter da estrutura da paisagem.

De acordo com Ritters et al. (1995), o ideal na quantificação da estrutura das paisagens é que se tenha uma pequena variedade de índices, os quais permitam obter em curto espaço de tempo, o mais importante da estrutura e do padrão de uma paisagem. Os autores chegaram a essa conclusão após avaliarem 56 índices e perceberem que seis índices univariados foram suficientes para conhecer a estrutura e o padrão de uma paisagem fragmentada. Foram eles: a razão média; perímetro-área; o índice de contágio; a forma do fragmento padronizada; número de atributos das classes de fragmentos e a densidade do fragmento de maior tamanho.

Na presente pesquisa foi utilizada os índices de área; número de fragmentos; densidade dos fragmentos; tamanho médio dos fragmentos; desvio padrão do tamanho médio; coeficiente de variação do tamanho médio; índice de forma média; índice de forma média ponderada pela área e índice de forma na dimensão fractal.

Os índices de área quantificam a composição das paisagens. Como índices de área têm-se: área do fragmento; índice de similaridade da paisagem; área da classe; porcentagem da paisagem; e índice do maior fragmento (TURNER et al., 1990).

A área de um fragmento é segundo Forman et al. (1986), uma das mais importantes informações de uma paisagem, não somente porque é a base para o cálculo de outros índices, como também porque é por si só, uma informação de grande valor.

Para Farina (1998), a diminuição em área de um fragmento florestal irá repercutir na perda imediata da biodiversidade regional, em função da diminuição no número de espécies que o compõem e da alteração de sua estrutura interna.

O tamanho das unidades da paisagem tem sido utilizado como base para a modelagem dos padrões de distribuição e riqueza de espécies, afetando as funções internas de um fragmento, como as variáveis microclimáticas e a forma, as taxas de ciclagem de nutrientes e o tamanho de propágulos para a colonização vegetal.

O tamanho considerado como mínimo necessário para a estabilidade de um fragmento de floresta semidecídua, tendo em vista a sua florística, é de 25 *ha* (METZGER, 1997). O tamanho dos fragmentos ao qual a maioria de espécies de insetos, de mamíferos e de pássaros tornam-se sensíveis são respectivamente, 1 *ha*, 10 *ha* e 100 *ha* (FARINA, 1998).

Ranta et al. (1998), em seu estudo sobre o tamanho, a forma e a distribuição dos fragmentos, numa área de 1.500 *ha* de Floresta Atlântica brasileira, observaram que 48% dos fragmentos têm área menor que 10 *ha* e que somente 7% dos fragmentos dessa formação, tem área maior que 100 *ha*. Pires et al. (1998) citam que, aproximadamente 50% de 118 fragmentos avaliados de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo apresentaram área inferior a 10 *ha*.

O tamanho é o aspecto mais notável de um fragmento e se relaciona as várias questões, como: a possibilidade de operação de máquinas agrícolas, capacidade de conter espécies no seu interior e quantidade de energia armazenada (RAVAN et al., 1995).

O tamanho do fragmento controla também desde a circulação de nutrientes através da paisagem até a distribuição e quantidade de espécies presentes em uma região (ODUM, 1983), dado que ele afeta de modo inversamente proporcional à razão da área de borda ou margem de uma mancha em relação ao seu interior. Isto faz com que os fragmentos menores sejam compostos quase que exclusivamente por ambientes de margem. Por exemplo, em manchas florestais, suas bordas são ocupadas por espécies vegetais pioneiras de baixa longevidade e que se apresentam em uma cobertura mais densa fruto da maior disponibilidade de luz a competição vegetal reduzida no seu lado exterior (RANNEY et al., 1981).

Ravan et al. (1995) colocam que os fragmentos com áreas maiores possuirão mais espécies do que as menores, tendo em vista que elas também fornecem um ambiente mais protegido para espécies interiores mais sensíveis.

Considerando os índices responsáveis pela configuração da paisagem, observou-se o índice de forma, citado por Mcgarical (1995), em decorrência de que a quantificação dessa variável é extremamente complexa, sendo necessário adotar-se uma paisagem padrão, para efeito de comparação, Turner et al. (1988) colocam que a dimensão fractal é a maneira mais correta de quantificar essa variável.

A forma é usualmente expressa em termos de um raio de borda ou área e podem influenciar vários processos ecológicos como mudanças na composição da vegetação e a suscetibilidade a distúrbios (MCGARIGAL, 1995). Logo a forma de uma unidade é determinada pela variação nas suas margens e geralmente relaciona-se com a intensidade da atividade humana.

A forma do fragmento tem um significado primário em relação à distribuição da borda, por exemplo, uma mancha isométrica, tal como um círculo ou quadrado contém mais áreas interiores do que borda, enquanto o retângulo com a mesma área tem proporcionalmente maior relação borda/interior. Finalmente, uma mancha estreita de mesma área pode ser composta inteiramente pela sua borda. Além disso, como observam Forman et al. (1986), as forma côncavas a convexas de uma mancha servem para indicar se o elemento está, respectivamente, se contraindo ou se expandindo.

Para Forman (1997) a análise da forma dos fragmentos florestais, em relação a sua diversidade e sustentabilidade, é tão importante quanto seu tamanho. Na paisagem podem ser encontradas diferentes formas de fragmentos que podem ser agrupadas nas seguintes categorias: naturais ou criadas pelo homem (curvilíneas ou amebóides; geométricas); compactas ou alongadas (razão comprimento/largura); e arredondada versus convoluta.

## **2.6 Estudos de paisagem a partir de índices descritores da estrutura na descrição de paisagem.**

### **2.6.1 Mudanças no uso e cobertura da terra.**

Os conceitos de cobertura da terra e uso do solo são similares, podendo se confundir em alguns casos, mas não equivalentes. De acordo com Briassoulis (1999), cobertura da terra compreende a caracterização do estado físico, químico e biológico da superfície terrestre, por

exemplo, floresta, gramínea, água, ou área construída; já uso do solo se refere aos propósitos humanos associados àquela cobertura, por exemplo, pecuária, agricultura anual, conservação, área residencial, etc.

Podendo uma única classe de cobertura suportar múltiplos usos (extração de madeira, preservação de espécies, recreação em áreas de floresta), ao mesmo tempo em que um único sistema de uso pode incluir diversas coberturas (sistemas agropecuários que combinam áreas de agricultura, pastagem nativa, áreas de vegetação exótica, matas nativas e áreas construídas); mudanças no uso do solo normalmente acarretam mudanças na cobertura da terra, mas podem ocorrer modificações na cobertura sem que isto signifique alterações no seu uso.

A questão de mudanças nos padrões de uso e cobertura da Terra tem despertado interesse, dentro e fora do meio científico, devido ao acelerado processo de mudança das últimas décadas e aos possíveis impactos ambientais e socioeconômicos dessas mudanças, que causam preocupações a nível local até o global.

Em termos globais, são questões de interesse, o inter-relacionamento entre os padrões de uso e cobertura da terra e o aquecimento global, a diminuição na camada de ozônio e o aumento do nível do mar (como resultado do aquecimento global). São preocupações a nível global os processos de desertificação, perda da biodiversidade e destruição de habitat. Em termos sócio-econômicos, são questões de interesse: a disponibilidade de alimentos e de água para a crescente população mundial, as migrações humanas, e as questões de segurança humana frente às alterações causadas por fenômenos naturais ou mudanças tecnológicas.

Em termos regionais as questões ambientais relacionadas às mudanças no uso e cobertura da terra, são bem conhecidas: poluição do ar e da água, degradação do solo, desertificação, eutrofização de corpos d'água, acidificação, assim como as questões de perda de biodiversidade.

Em nível local, podem ser citados os problemas de erosão, sedimentação, contaminação e extinção de espécies. Em termos socioeconômicos, as mudanças de uso da terra afetam as estruturas de emprego, produtividade da terra, qualidade de vida, etc.

Um aspecto importante que motiva o interesse pelo entendimento dos processos de mudança no uso e cobertura da terra é a análise da escala temporal e espacial de observação do evento e suas conseqüências como à fragmentação e complexidade dos fragmentos naturais, e a possibilidade de adoção de medidas mitigadoras (BRIASSOULIS, 1999).

No caso da fragmentação da paisagem, esta é observada através da maior ou menor fragmentação da vegetação e seus principais efeitos ocorrem nos recursos naturais, como no

meio físico, através de alterações no microclima, como na umidade do ar, temperatura e radiação solar, no solo, com aumento de riscos de erosão, nos recursos hídricos, com assoreamento dos cursos d'água e redução gradativa do recurso água, pela menor capacidade de retenção de água das chuvas e maior velocidade de escoamento superficial, refletindo na maior evapotranspiração e maior ocorrência de espécies invasoras. Já no meio biótico as consequências da fragmentação da cobertura vegetal e a redução da densidade dos fragmentos podem ser sentidas na perda da biodiversidade da flora, da fauna e da microbiologia do solo, a perda da diversidade genética e portanto na alteração da estrutura natural da paisagem (BORGES et al., 2004).

A forma dos fragmentos de uma paisagem, é quantificada através de vários índices, dentre os quais se têm: índices de forma médio e de forma obtido através da dimensão fractal, que possibilitam quantificar a complexidade dos fragmentos das classes de uso e cobertura da terra e observar a ação antrópica que ocorre sobre os fragmentos da paisagem (YAMAJI et al, 2001).

Os efeitos da fragmentação e complexidade dos fragmentos que compõem uma paisagem e suas relações com as alterações nos recursos naturais a partir da análise dos índices descritores: tamanho médio, número, densidade média e a distância entre fragmentos foram observados na pesquisa desenvolvida por Tram et al. (1999), para modelagem do desmatamento e posterior avaliação dos impactos no habitat de animais silvestres. Neste estudo concluíram que as perdas em áreas com florestas foram significativamente representadas pelos índices.

Outros pesquisadores também corroboram aplicando os índices descritos da paisagem em estudos ambientais como:

Hessburg et al. (2000), ao estudarem sub-microbacias localizadas no interior da Colômbia, conseguiram caracterizar a estrutura e composição das paisagens florestais dessas unidades e compará-las com uma série histórica. Para a caracterização das sub-microbacias, os autores fizeram a interpretação visual de uma série temporal de fotografias aéreas (1930 - 1990) e para quantificar a estrutura dessas paisagens utilizaram: os índices de área; a densidade de fragmentos; o tamanho médio dos fragmentos; o índice médio de borda; o índice de diversidade de Shannon e o índice de contágio (software FRAGSTATS versão para Arc/Info).

Koivu (1999), com dados retirados de fotografias aéreas e de um SIG (sistema de Informações geográficas), levantou as características da paisagem de uma região da Finlândia avaliando as alterações oriundas pelo uso das áreas com agricultura, através da determinação



dos índices de porcentagem da paisagem; tamanho médio dos fragmentos; densidade de fragmentos, índice médio de forma e comprimento total de borda.

Turner et al. (1996) utilizaram os índices: número de fragmentos; tamanho médio dos fragmentos; razão borda/ área; índice de fragmento de maior área, para a quantificação da estrutura, definição de padrões e observação de alterações na paisagem de microbacias localizadas no Estado de Washington, EUA.

Na Flórida-EUA, Pearlstine et al. (1997) utilizou os Índices de ecologia da paisagem para entendimento do processo de substituição das áreas de pinus por agricultura e a sua influência na água dos pântanos e na vida silvestre desses habitats.

Ripple et al. (2000), para melhor compreensão dos sistemas de manejos que vinham sendo empregados numa área do Estado de Oregon-EUA, determinaram os índices de densidade de fragmentos; tamanho médio de fragmentos; tamanho do maior fragmento; coeficiente de variação do tamanho de fragmentos; área nuclear proporcional à paisagem e densidade de borda (*software GISfrag*).

Segundo os mesmos autores citados, uma vantagem de aplicação dos índices de estrutura em estudos da paisagem deve-se ao fato de que eles foram deliberadamente projetados para minimizar a necessidade de informação adquirida em campo. A utilização desses índices abre uma nova perspectiva para a aplicação do sensoriamento remoto em estudos da paisagem, com a finalidade de acompanhar e compreender os processos atuando a níveis regionais, continentais e globais.

Desta forma, a habilidade de alguns índices em detectar padrões espaciais e suas implicações ecológicas já foi evidenciada pelos trabalhos de Forman et al. (1986) e O'Neill et al. (1998) ao discutirem a influência do fator topográfico no controle da forma, número e tamanho das manchas de remanescentes florestais. Esses padrões espaciais mais recentemente passaram a contar com o sensoriamento remoto como importante instrumento de captura de dados, diminuindo a necessidade de trabalhos de campo.

No caso da presente pesquisa, foi observada o diferente uso de cobertura da terra nos sistemas de sesmarias, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária, associando com as alterações que ocorreram na estrutura da paisagem natural das microbacias hidrográficas, que são representativas do Pampa Gaúcho.

## 2.7 Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da paisagem

O estudo da dinâmica de paisagem consiste no reconhecimento dos padrões mutáveis de uso e cobertura da terra. Portanto, este tipo de estudo parte inicialmente da comparação entre bases multitemporais de dados geográficos, obtidos pelo mapeamento elaborado a partir de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas. Suas aplicações são, principalmente, no levantamento de dados ambientais, onde o uso de sensoriamento remoto, como as imagens de satélite e fotografias aéreas (obter mapas de uso e cobertura da terra).

As diferentes formas de representação das informações espaciais como os mapas temáticos, proveniente de sensoriamento remoto, são utilizadas com eficiência em vários estudos ambientais para a avaliação da biodiversidade de uma região e a obtenção de índices de estrutura de paisagens, que possibilitam monitorar as grandes mudanças e estimar a evolução dos padrões de paisagem. (Innes et al., 1998).

O sensoriamento remoto cumpre um importante papel no monitoramento dos fatores ambientais. Segundo Loch (2000), a visão sinóptica provida por ele dá aos pesquisadores indícios da dinâmica e das condições dos parâmetros analisados. Não obstante, raras vezes os dados obtidos por sensoriamento remoto são as únicas entradas para o monitoramento, geralmente são necessários dados obtidos nas amostras de campo.

A mesma autora observa que as aplicações de sensoriamento remoto estão limitadas às características que podem ser observadas sobre os fatores ambientais, portanto, uma relação empírica entre os indicadores e as bandas espectrais do sensor remoto deve ser estabelecida, para então, inferir o impacto ocasionado. Uma vez estabelecida tal relação é possível mapear a distribuição e/ou a concentração de um determinado indicador ambiental. Relacionando os dados das amostras de campo aos dados obtidos por sensoriamento remoto, será possível determinar problemas de poluição específicos em qualquer parte da superfície terrestre.

A utilização de sensoriamento remoto em diversas áreas da ciência, como a área ambiental, segundo Brown et al. (2000), deve-se, entre outros fatores, a sua capacidade de coletar dados multiespectrais em diferentes escalas temporais e espaciais, possibilitando a análise de vários fenômenos. Nesta ótica, ressalta-se a aplicação prospectiva de sensoriamento remoto na determinação dos índices de estrutura de uma paisagem, com a finalidade de acompanhar e compreender os processos atuando em níveis regionais, continentais e globais (SOARES-FILHO, 1998).

Para Innes et al. (1998) a possibilidade de monitorar por sensoriamento remoto as mudanças no uso e ocupação do solo em nível de paisagem, tem entre outras vantagens a diminuição de aquisição de dados de campo com substancial redução de custos.

Riitters et al. (2000) colocam que estudos em escala global utilizam-se de sensores de baixa resolução, porém com grande área de cobertura, e vêm sendo empregados na análise dos padrões globais de fragmentação florestal e na correlação da estabilidade climática mundial em áreas com alta concentração de espécies endêmicas, que vêm sofrendo excepcionais perdas de habitat e de biodiversidade.

Em escalas regionais, imagens de resolução mediana como Landsat-TM tem inúmeras aplicações, exemplificados na área florestal por Vogelmann (1995) para estudos da fragmentação florestal e para o monitoramento dos recursos florestais (KAHABKA et al., 2001), modelagem de padrões e processos (MANN et al., 1996), inventários florestais visando subsidiar o manejo florestal e na obtenção de informações para estudos de biodiversidade (INNES et al., 1998) e nos estudos da paisagem (OLSEN et al., 1993).

Imagens do Landsat-TM foi também utilizado no desenvolvimento e aplicação de índices que permitam avaliar a estrutura das paisagens, como no estudo de Missio et al. (2000). Este utilizando sensoriamento remoto estudou a caracterização ambiental de unidades da paisagem da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, e concluiu que a fragmentação expressiva da paisagem evidenciada pelo número excessivo de áreas de tamanho reduzido possibilita uma acentuada perda de qualidade ambiental e de habitat natural, e comprometem a sustentabilidade dos ecossistemas em decorrência do nível de influência antrópica.

Os sensores de alta resolução, utilizados em escalas locais, têm ainda sido pouco utilizados nesses tipos de estudo devido ao elevado custo. Um exemplo de aplicação desses sensores e a aplicação de imagens com o sensor Ikonos utilizadas por Da Luz (2002) ao analisar espacialmente a recuperação de ecossistemas, apoiada na ecologia de paisagens e imagens de satélite de alta resolução.

Em estudos da paisagem através do uso e cobertura da terra destacam-se também as fotografias aéreas que têm sido empregadas com uma ferramenta para a estimativa de parâmetros da estrutura paisagem, como pode ser visto no trabalho de Puzachenko et al. (2000), ao utilizarem fotografias aéreas para comprovar a relação existente entre as características inerentes à imagem e a das unidades de paisagem.

Da mesma forma, Carmo (2000) utilizando fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:20.000, através do mapeamento, avaliou a fragmentação e biodiversidade de parte de um

sistema de áreas protegidas, objetivando fornecer subsídios para a sua conservação. Estes sistemas podem ser considerados uma tecnologia de fundamental importância nas práticas de manejo atribuídas à preservação da biodiversidade visando o desenvolvimento sustentável.

As discussões relatadas anteriormente corroboram para a escolha do material utilizado na presente pesquisa, considerando que tanto a imagem do satélite Landsat-TM-7, como as fotografias aéreas foram selecionadas em épocas distintas e fornece dados de extrema relevância para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Por outro lado há que ser considerado a importância do SIG no estudo de paisagens porque permitem integrar dados de diversos formatos e fontes para proceder a análises espaciais. Um sistema de informações geográficas pode ser definido como um “*conjunto de ferramentas para a coleta, armazenamento, recuperação, transformação e apresentação de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de objetivos*” (BURROUGH et al., 1998).

Observa-se na literatura pertinente que grande parte dos estudos sobre análise de paisagens e da biodiversidade tem utilizado SIG, como os trabalhos desenvolvidos por Schuller et al. (2001) para a derivação de medidas de comprimento e área; ao analisar as características fractais de várias microbacias hidrográficas com redes densas do Estado de Indiana –EUA.

Loch (2000) realizou a análise temporal da paisagem em áreas degradadas pela mineração de carvão no município de Siderópolis, SC, através de SIG para estudar alternativas de Produção de Mapas Digitais em Escala Grande. Neste estudo a autora utilizou informações de fotografias aéreas em escala 1:30 000, de três datas diferentes.

Sano (2003) usou SIG para a estruturação de dados geoambientais em uma fazenda experimental da EMBRAPA em Planaltina-DF.

Fuks (2003) na dedução de dados para entrada em modelos de crescimento e cálculo de medidas específicas testou vários modelos para a elaboração de mapas derivados de informações de solos.

## 2.8 Teoria dos fractais

Neste estudo entre os índices descritores da paisagem será empregado o índice de forma obtido na dimensão fractal e para um melhor entendimento deste índice são descritos alguns fundamentos básicos da geometria dos fractais.

Na geometria clássica, o conceito de dimensão usado é o euclidiano, contudo, existem, figuras geométricas irregulares, como o caso das formas naturais da paisagem, por exemplo, as formas da estrutura de paisagem decorrente do tipo de uso e ocupação do solo, que não podem ser caracterizadas por dimensões inteiras. Neste caso surge a geometria fractal como uma maneira de analisar quantitativamente essas figuras complexas.

Os fundamentos teóricos da geometria fractal embora tenham seus primórdios na apresentação da curva de Koch em 1904 pelo matemático alemão Helge Von Koch, como uma nova forma de ver a espacialidade dos objetos, foi a partir de Mandelbrot em 1977 que começou efetivamente a ser reconhecida pela comunidade científica como uma ferramenta qualitativa e quantitativa capaz de analisar eficientemente, dados espaciais ou temporais dos fenômenos da natureza e com maior precisão a sua complexidade (HOTT et al., 2002).

Foi também Mandelbrot que inseriu a palavra “fractal” para definir os objetos geométricos irregulares encontrados na natureza, como *“um padrão formado por partes similares ao todo de alguma forma”*. Um fractal é por definição uma estrutura na qual parte da mesma se assemelham ao todo, ou seja, existem partes auto-similares estatisticamente, dentro da estrutura global. Isto indica a presença do fenômeno de escala e de um nível de tendência, o qual pode ser medido através da dimensão fractal, que é uma medida de complexidade.

Para Gusman (1993) os fractais são objetos matemáticos originados mediante a iteração infinita de um processo geométrico perfeitamente especificado. Esse processo geométrico elementar, geralmente de natureza muito simples, determina perfeitamente a estrutura final. Devido à repetição infinita ou quase infinita efetuada, tem uma complicação aparente final extraordinária. Os autores colocam que os fractais também estão inseridos no campo da teoria geométrica de medições, cuja delimitação exata e definitiva está ainda por ser determinada.

As principais características de um fractal são a auto-semelhança e a complexidade infinita que permitem ampliá-lo infinitamente obtendo sempre uma cópia dele mesmo no seu interior.

Para Palmer (1988) um objeto é um fractal se a dimensão Hausdorff-Besicovitch excede a dimensão Euclidiana, e quando possui o mesmo grau de detalhes em todas as escalas espaciais.

Dentre as características dos fractais Lam (1990) coloca que, uma dimensão fractal ( $D$ ), constante em diferentes escalas indica auto-similaridade dos objetos, ou seja, cada porção pode ser considerada como uma imagem em escala reduzida do todo e mudanças significativas na forma deveriam refletir em mudanças na dimensão fractal (LAGRO, 1991).

A auto-afinidade é um gênero mais amplo da auto-similaridade. Serra et al. (1997) observa que, se uma figura contrair-se uniformemente em todas as direções, formar-se-á uma réplica geometricamente semelhante à figura original. Se a contração não for uniforme, variar em intensidade e direção, de ponto para ponto, a figura resultante será distorcida, e provavelmente não se enquadrará em uma modalidade identificável, mas ela conservará assim mesmo a afinidade com a figura original.

Conforme Mandelbrot (1991) pode-se caracterizar um fractal através de sua dimensão, que estima a medida do grau de irregularidade de um objeto em diferentes escalas, ou seja o grau de fragmentação de uma figura ou objeto natural e assume, no caso dos objetos da geometria clássica, as dimensões usuais inteiras. Esta dimensão está relacionada ao aumento da medida de um objeto enquanto a escala do instrumento de medida diminui. Para Peterson et al. (1993) um objeto fractal possui dimensão maior do que sua dimensão clássica.

A teoria fractal, por meio da determinação da dimensão fractal( $D$ ) tem sido uma das alternativas para explicar diferentes fenômenos que ocorrem em sistemas dinâmicos e descrever principalmente a variação da forma dos objetos. Na geografia física o uso dos fractais tem sido empregado em estudos geomorfológicos com especial atenção para análises de microbacias hidrográficas, estudos que trabalham a rugosidade e a topografia das superfícies e para o uso e ocupação da terra. Sendo uma ferramenta adicional de análise espacial a geometria fractal permitiu quantificar e comparar fenômenos complexos numericamente (GAO et al., 1996).

### **2.8.1 Aplicações da análise fractal em estudos da paisagem**

Na descrição da forma da superfície a análise fractal tem sido usada para descrever muito dos padrões irregulares e fragmentos observados na paisagem. Como um parâmetro

topográfico extra à dimensão fractal das superfícies pode ser usada para descrever sua irregularidade ou caracterizar a complexidade da forma do terreno que representa (BUENO JUNIOR, 2002).

A determinação da dimensão fractal é um importante descritor da dinâmica da estrutura da paisagem, como demonstrado em estudos de Soares Filho (1998) e Centeno et al. (2001) ao pesquisar fenômenos espaciais ou temporais que são contínuos e não diferenciais, e que exibem correlações parciais em muitas escalas. Ao ser aplicada no estudo de paisagens por Kramer (1997) e O'Neill et al. (1998) foi observado que as paisagens que sofreram maior influência antrópica apresentavam padrões mais simplificados e menores valores de dimensão fractal.

Na análise da estrutura de paisagens os padrões de forma dos fragmentos obtidos por diferentes escalas, em termos de sua geometria fractal podem ser comparados de uma maneira independente da escala (MANDELBROT, 1983). A geometria fractal representa a heterogeneidade da paisagem através da unificação das estruturas, que se apresentam em figuras com diferentes escalas de resolução (WIENS et al., 1989).

De Cola (1989) ao estudar a estrutura de paisagens, observou que regiões de alto valor da dimensão fractal são regiões de perímetro mais complexo, como florestas, e as regiões de perímetro menos complicado, com menor valor da dimensão fractal, seriam as áreas agrícolas, intensamente cultivadas, acreditando ser possível associar padrões de cobertura da terra com medidas fractais. As classes de cobertura com períodos suaves deveriam ter uma dimensão fractal próxima de 1 e coberturas com perímetro complicado deveriam ter dimensão fractal maior do que 1.

Klinkenberg (1992) ao pesquisar importância das informações obtidas através da dimensão fractal no estudo de paisagens e outros parâmetros morfométricos comumente usados estudou a correlação espacial entre a dimensão fractal e 24 parâmetros morfométricos convencionais. Suas correlações sugeriram que a dimensão fractal pode fornecer informações únicas sobre uma determinada região principalmente caracterizando a complexidade de uma paisagem.

Ferreira et al. (2003) compararam quatro métodos de determinação da dimensão fractal, relacionando área/ perímetro de fragmentos de matas ciliares com o objetivo de testar a influência da resolução espacial nestes índices e concluíram que resoluções até 50 metros não apresentam diferenças significativas nos resultados encontrados.

O'Neill et al. (1998) apresentaram também um outro exemplo, mostrando como que o grau de manipulação da paisagem pelo homem pode ser medido pela dimensão fractal.

Segundo estes autores, as paisagens agrícolas apresentam-se em geral polígonos mais simples, resultando em uma baixa dimensão fractal, enquanto as florestas tendem a ter formas mais complexas a conseqüentemente uma alta dimensão fractal. Krummel (1987) mostraram ainda que as mudanças nas dimensões fractais estão relacionadas a diferenças de escalas de atuação dos processos humanos em relação aos naturais, apresentando, como exemplo, uma paisagem dominada por dois tamanhos de manchas diferentes e com acentuado dimorfismo entre as manchas menores para as maiores, fato que, segundo estes autores, indica a presença de dois processos controlando o padrão da paisagem.

Uma fórmula modificada para o cálculo da dimensão fractal que dispensa o uso de regressão linear foi utilizada por Olsen et al. (1993), para estimar a diversidade de paisagens, considerando-se que para áreas pequenas, com um número reduzido de fragmentos, não existiriam pares de valores de área e perímetro para o ajuste do modelo de regressão.

Existem vários métodos para determinar a dimensão fractal das características lineares e areal.

Após a introdução do conceito de dimensão fractal na análise da paisagem por Mandelbrot(1983), muitas pesquisas foram desenvolvidas envolvendo o uso e cobertura da terra e sua estrutura fractal. A estimativa da dimensão fractal através de métodos gráficos podem ser obtidos de diferentes formas, entre os quais Mandelbrot (1983):

$$D = 2 \frac{\log p}{\log a} \quad (01)$$

onde  $D$ : dimensão fractal;  $a$ : área e  $p$ : perímetro do fragmento a ser analisado.



### **3 ÁREAS DE ESTUDO**

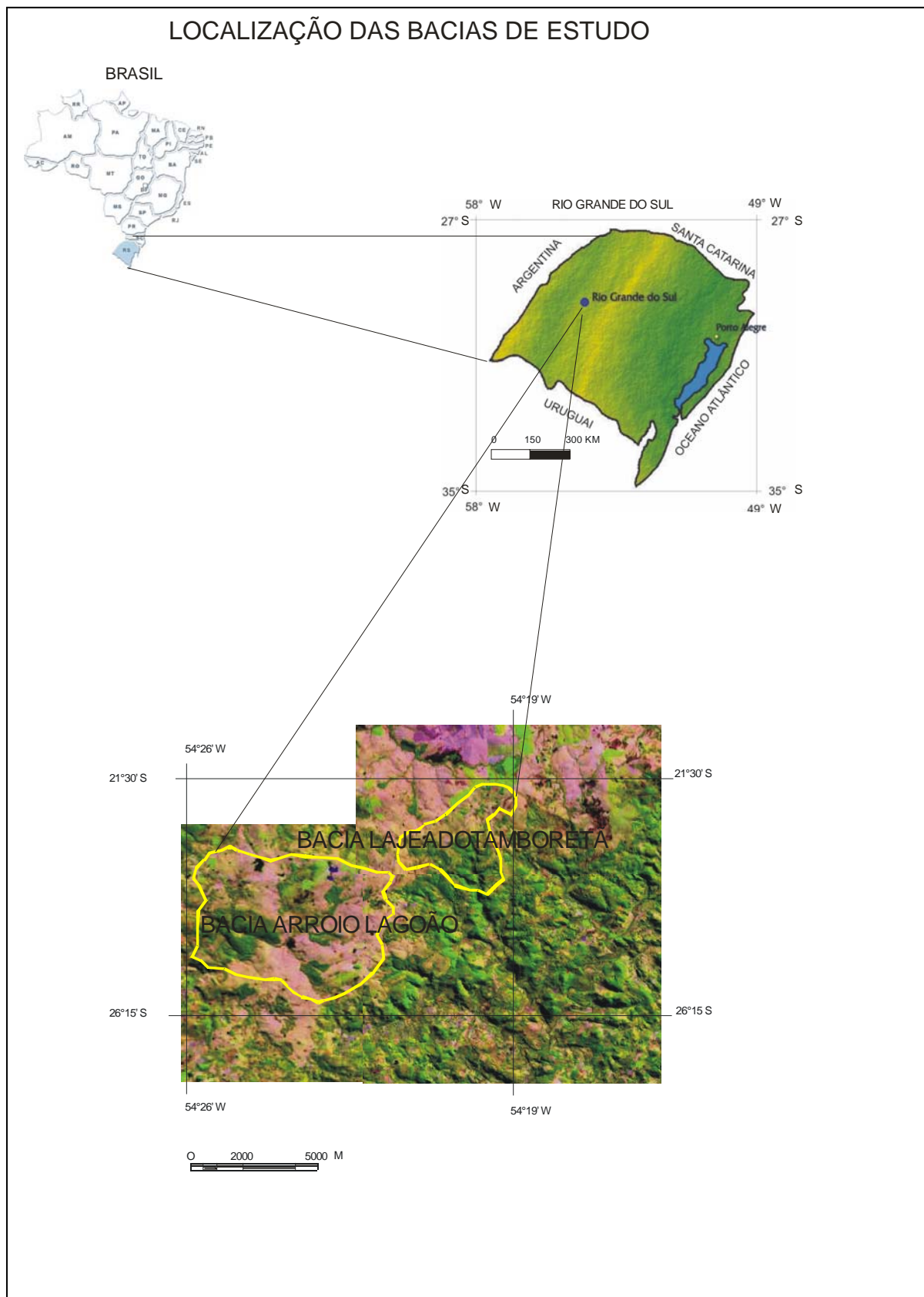
#### **3.1 Descrição geral das áreas de estudo**

A área de estudo das microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS estão localizadas na fronteira oeste do Estado de Rio Grande do Sul, na região geomorfológica Planalto da Campanha, conforme apresentado na Fig.01.

Essas microbacias representam os sistemas de acesso à terra de sesmarias, lotes coloniais e assentamentos de reforma agrária, que correspondem as formas de ocupação territorial da unidade “Pampa Gaúcho”, que ocupa 66% da paisagem natural do Estado do Rio Grande do Sul com aproximadamente 186 mil km<sup>2</sup>. Fig.02, região essa predominantemente ocupada por pastagens nativas, com fragmentos de matas nativas representadas por matas ciliares de largura variada, e fragmentos de agricultura anual e vegetação exótica (VIEIRA, 1984).

A microbacia do arroio Lagoão possui área de 26,77 km<sup>2</sup>, e se enquadra nas coordenadas 54°26' e 54°22' Longitude Oeste, 23°00' e 26°15' Latitude Sul.

A microbacia do lajeado Tamboretã possui área de 8,06 km<sup>2</sup>, e se enquadra nas coordenadas 54°19' e 54°21' Longitude Oeste, 21°30' e 24°00' Latitude Sul.



**FIGURA 01:** Localização das áreas de estudo.

## LOCALIZAÇÃO PAMPA GAÚCHO



**FIGURA 02:** Localização do Bioma Pampa Gaúcho.

### 3.2 Clima

Segundo o sistema de Köppen, o Rio Grande do Sul se enquadra na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental 'Cf' ou temperado úmido. No Estado este tipo "Cf"

se subdivide em duas variedades específicas, ou seja, "Cfa" e "Cfb"(MORENO,1961). Nas microbacias em estudo ocorre a variedade "Cfa" (subtropical ou Virgiano).

A região em decorrência de suas características climáticas possui a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C (REIS,1972).

A temperatura em torno de 18°C está compreendida entre 300 *m* e o nível do mar no litoral e entre 500*m* e 200*m* no interior, caso das microbacias em estudo. Na Região Sul do Brasil a inclinação dos raios solares, em dezembro e janeiro, é muito pequena, pois o Sol incide com inclinação semelhante ou menos do que no equador, decorrendo daí que é comum a ocorrência de temperaturas elevadas durante o verão, quando se registram temperaturas em torno de 40°C. No que diz respeito ao inverno, em virtude do balizamento intertropical da marcha zenital do Sol, esta estação torna-se, evidentemente, mais longa e mais fria à medida que o observador se afasta do equador. O mês mais quente é janeiro, com temperatura entre 25°C e 33°C e o mês mais frio é julho, com temperaturas mínimas que oscilam de 4,0°C a -2,7°C.

Em relação á precipitação a região Sul do Brasil é bem regada por chuvas, apresentando distribuição pluviométrica uniforme ao longo de quase todo seu território sendo que, a área de estudo, apresenta chuvas durante todos os meses do ano, com isoietas de precipitação de 1.500mm e 1.750mm. (NIMER, 1990).

A formação de geadas é um fenômeno normal no Rio Grande do Sul, dada sua latitude e orografia, ocorrendo nas microbacias de estudo principalmente nos meses de inverno.

No Rio Grande do Sul o valor de umidade relativa do ar é muito elevado, pois enquanto no verão e primavera os valores giram em torno de 68% a 85%, no outono e inverno estes se encontram entre 76% e 90%, sendo relativamente estável durante as diferentes estações do ano (MORENO,1961). A região da área de estudo apresenta segundo Reis (1972), umidade relativa (média anual) de 74%.

### **3.3 Geomorfologia**

Conforme Radambrasil (1986), a região onde se situam as duas microbacias em estudo, apresenta características do domínio morfoestrutural das microbacias e coberturas sedimentares, na região fisiográfica Planalto Médio onde a maior parte da área é ocupada pelo basalto, ocorrendo também áreas de arenito, onde predominam os campos com matas de

galeria. Nesta Unidade Geomorfológica, as formas de relevo desenvolveram-se especialmente em rochas efusivas de composição ácida, que normalmente se apresentam capeando às efusivas básicas, pertencentes à Formação Serra Geral.

O relevo das áreas em estudo apresenta-se levemente ondulado em toda a sua extensão e parcialmente acidentado no sentido da direção dos cursos d'água, com altitudes variando na microbacia do arroio Lagoão de 406 *m* a 220 *m* e no lajeado Tamboretã de 400 *m* a 260 *m*.

### **3.4 Hidrografia**

O rio Ibicuí, tem como tributários à esquerda, o rio Santa Maria e o rio Ibirapuitã, à direita os rios Toropí, Jaguarí e Itú, formando a sub-microbacia hidrográfica do Ibicuí pertencente à microbacia do rio Uruguai.

Para realização do presente estudo utilizou-se o arroio Lagoão, que deságua no Arroio Pessegueiro, afluentes do rio Jaguari e o lajeado Tamboretã que deságua no arroio Sampaio afluentes do rio Toropi.

### **3.5 Solos**

O Rio Grande do Sul se caracteriza por uma heterogeneidade muito grande de tipos de solos, tendo em vista a grande diversidade dos fatores responsáveis pela formação desses solos. Esta descrição dos solos baseou-se em trabalho da EMBRAPA (1999).

Nas microbacias ocorrem os solos: latossolo vermelho –escuro, nos relevos suave-ondulado, áreas de substrato basalto/arenito, em solo profundo, textura média, bem-drenado e com fertilidade média; os solos litólicos, que compreende solos pouco desenvolvidos, rasos que possuem o horizonte A diretamente assentado sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material em decomposição; o brunizém avermelhado, nos relevos ondulado e forte ondulado, de substrato basalto, em solos moderadamente profundos, argiloso, bem drenado com fertilidade alta e os afloramentos rochosos sob forma de inclusões ou associações.

Nas microbacias a principal utilização destes solos é com pastagem natural, em nível de grandes propriedades rurais. Suas principais limitações dizem respeito à profundidade dos perfis e à presença de pedras e/ou afloramento de rocha em alguns locais. O melhoramento das pastagens, com a introdução de leguminosas de inverno, constitui prática bastante utilizável na região, tendo em vista as boas propriedades químicas destes solos.

Igualmente podem ocorrer em áreas de relevo ondulado ou montanhoso os solos litólicos de média e alta fertilidade natural, sempre inferior a dos derivados de basalto, de textura argilosa, silitosa ou média. Quando derivados de arenito, possuem cor que varia de preta a bruno-avermelhado-escuro, textura arenosa ou média, baixa fertilidade natural e normalmente utilizados com pastagem.

### 3.6 Vegetação

A descrição da vegetação do Estado do Rio Grande do Sul, está baseada no trabalho desenvolvido pelo Projeto Radambrasil(1986), atualmente incorporado ao IBGE. A vegetação característica da microbacia do Ibicuí é composta por formações de Estepes e Savana Estépica. Além dessas tem-se a Floresta Estacional Decidual e Áreas de Tensão Ecológica.

A formação vegetal classificada como de savana, que ocorre na área de estudo, segundo Leite et al.(1990) pode ser arbórea aberta, parque e gramíneo-lenhosa. Nas áreas de Savana (gramíneo-lenhosa), existentes em ambas as microbacias de estudo as espécies características constituem a mata-de-galeria e capões.

Para os autores, em função do grau de interferência antrópica e das características locais do ambiente, a Savana Gramíneo-Lenhosa pode apresentar duas nuances fisionômicas distintas:

- Os campos, onde prevalece um tapete de elementos hemicriptofíticos cespitosos e baixos, além de geófitos rizomatosos intercalados de caméfitas, com predominância de representantes das Gramineas, Cyperaceas, Leguminosas e Verbenaceas. Entre as caméfitas destacam-se: *Baccharis spp.*, *Eryngium spp.*, *Vernonia spp.* e *Geófita pteridium aquilinum* (samabaia-das-taperas), cuja proliferação nos campos parece desfavorecida pelo pisoteio do gado e pela intensificação do antropismo sobre as Savanas.

- A mata de galeria que se desenvolve a partir das nascentes do arroio Lagoão-RS e do lajeado Tamboretã-RS, constitui amplo e irregular povoamento florestal. A floresta-de-galeria tem as orlas compostas por espécies mais heliófitas, principalmente guamirim-do-campo (*Myrcia bombycina*), guamirim (*Myrceugenia euosma*), guamirim-ferro (*Calyptranthes concinna*), branquilha (*Sebastiania commersoniana*), pau-de-bugre (*Lithraea brasiliensis*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*). Para o centro destes agrupamentos florestais encontram-se as espécies como: canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*), ipê-amarelo (*Tabebuia alba*), pessegueiro-bravo (*Prunus myrtifolia*), pimenteira (*Capsicodendron dinisii*), murta (*Blepharocalyx salicifolius*), camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e angico vermelho (*Paraptadenia rigida*).

Nas clareiras da mata de galeria, o solo acha-se revestido por um tapete de gramíneas rizomatosas (geófitas) principalmente das espécies grama-tapete-de-folha-larga (*Axonopus compressus*) e pastinho-do-mato (*Pseudochinolaena palystachya*).

Nos campos operam-se processos sucessionais das espécies, em correspondência com os parâmetros locais do ambiente, embora muito lentos e freqüentemente paralisados ou retardados em face do antropismo. A composição natural original dos campos, na região da área de estudo, torna-se difícil reconstituir-se, em face de todas as formas de manejo, ocupação e uso do solo, como também, as queimadas periódicas e o pisoteio do gado desestimulam o desenvolvimento das espécies cespitosas (capins) e favorecem as rizomatosas (gramas), que são muito mais freqüentes e adaptadas.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

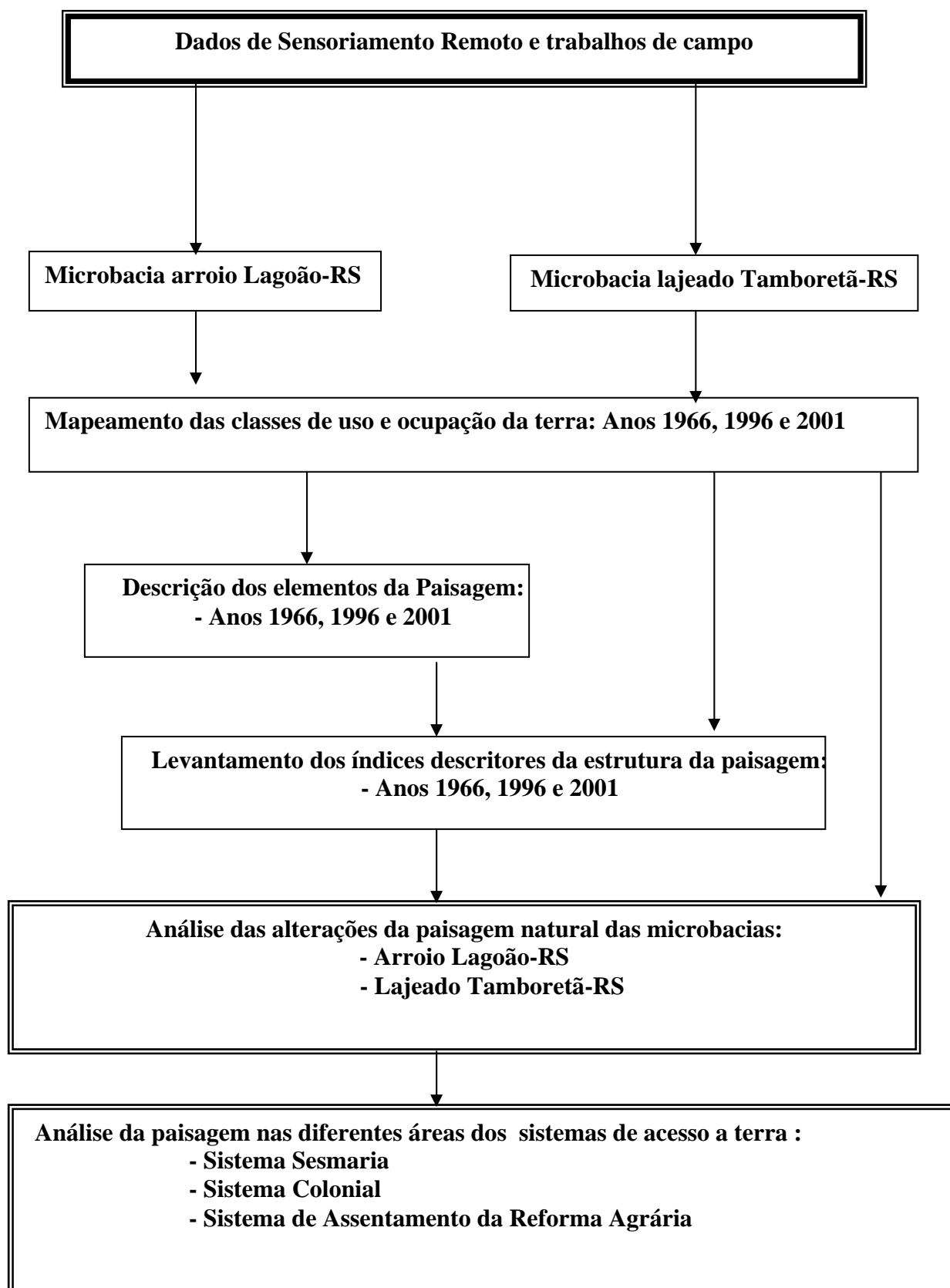
Na realização da presente pesquisa foi utilizada os seguintes documentos cartográficos e equipamentos:

- a) Carta Topográfica Vinte Tiros, folha SH.21-X-D-III.3. MI – 2947/ 3, executada pela DSG;
- b) Fotografias aéreas pancromáticas, na escala 1:60 000, de 1966, N° 20774, N° 20775 e N° 20776, Cobertura realizada pelo Projeto AST-10 do Estado do Rio Grande do Sul –Vôo Cruzeiro do Sul;
- c) Fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:60 000 do ano de 1996, N° 2360, N° 2361 e N° 2362, Cobertura realizada pelo Projeto AS-1030 do Estado do Rio Grande do Sul;
- d) Imagem TM do LANDSAT 7, órbita 223-080, datada de 03 de agosto de 2001, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) disponível em [www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br), composição colorida falsa cor, bandas 3, 4 e 5;
- e) Fotografias panorâmicas;
- f) Mapas da diretoria das terras públicas do Estado do Rio Grande do Sul;
- g) Projeto e mapa do assentamento da reforma agrária Bela Vista;
- h) GPS Garmin 12;
- i) *Software microstation* 95 SE e seus aplicativos;
- j) Planilha eletrônica Excel 2000.

### 4.2 Métodos

As etapas metodológicas realizadas na elaboração desta pesquisa seguem o organograma da Fig.03.





**FIGURA 03:** Organograma com as principais etapas metodológicas realizadas na presente pesquisa.

#### **4.2.1 Pesquisa de campo**

Para subsidiar a análise da estrutura da paisagem nas microbacias a presente Tese utilizou também como metodologia a pesquisa de campo.

Inicialmente foram estudados em bibliografia pertinente os diferentes sistemas de aquisição de terras existentes na região do Pampa Gaúcho, sendo identificado: lotes coloniais, sesmarias e assentamentos de reforma agrária. Nestes sistemas foram consideradas as questões: econômica; social; cultura; ética e política.

Posteriormente foi realizada a pesquisa de campo através de dois procedimentos, quais sejam:

a) Levantamento junto aos órgãos oficiais, coletando dados quanto à origem das propriedades;

b) Levantamento junto à população, para coletarem dados quanto à população residente atualmente nas propriedades.

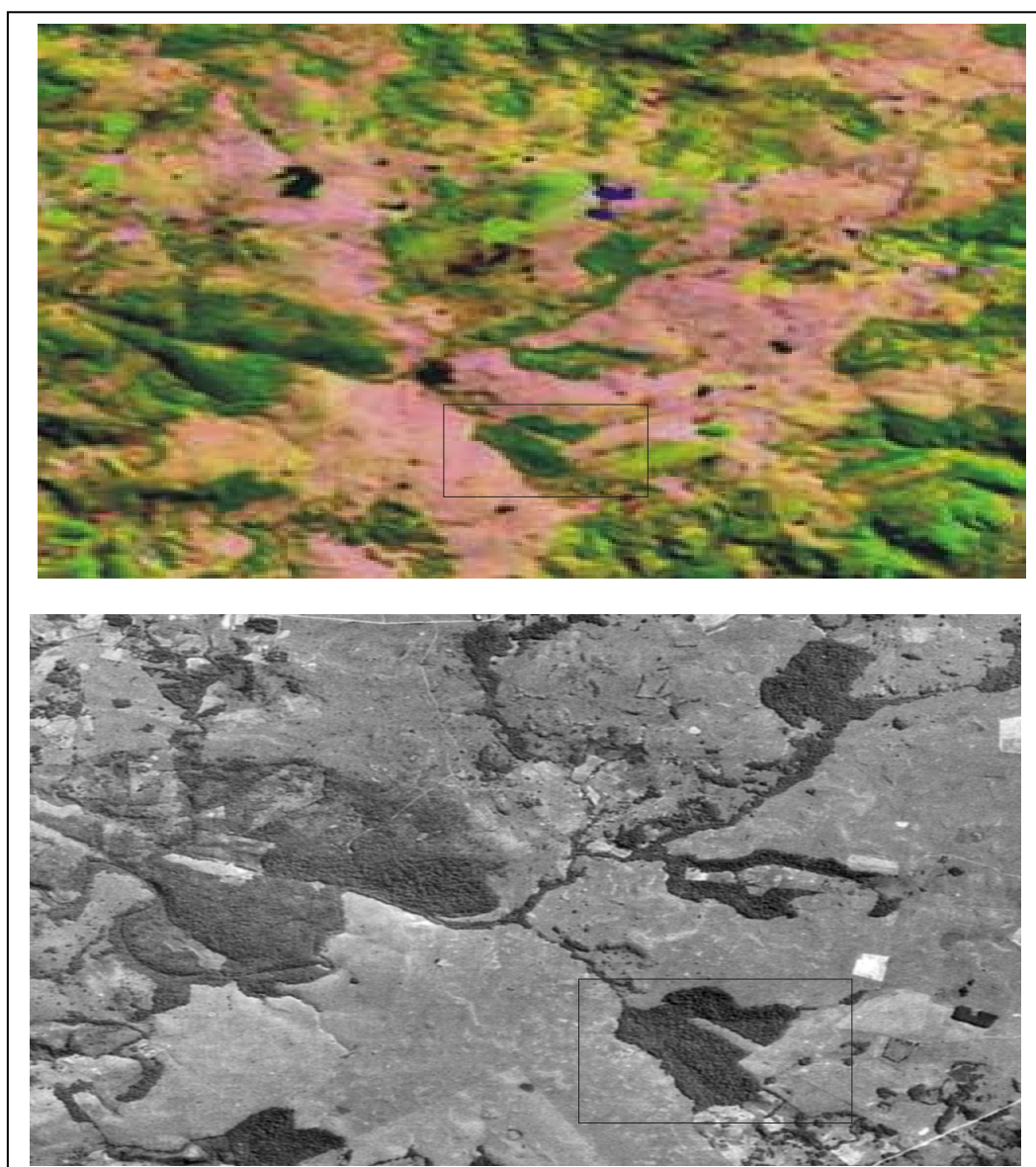
No primeiro levantamento buscaram-se documentos nos órgãos oficiais como: Prefeituras; Cartórios de Registro de Imóveis; INCRA; IBGE; EMATER; Secretaria da Agricultura; mapoteca da Diretoria das Terras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul; Arquivo Público e Arquivo Histórico do Estado do Rio Grande do Sul. Foram obtidos registros públicos, mapas antigos e o projeto de assentamento da reforma agrária.

No segundo procedimento foram coletadas informações junto aos atuais proprietários das áreas quanto às características da população atual, aspectos sócio-econômicos, ambientais e o sistema de manejo da terra utilizado nas propriedades. Nesta etapa também foram obtidas fotografias panorâmicas que possibilitaram visualizar as diferentes formas de uso da terra nas propriedades.

#### **4.2.2 Mapeamento das classes de uso e ocupação da terra: Anos 1966, 1996 e 2001**

Para analisar as alterações realizadas na paisagem das microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS foram utilizados os mapeamentos das classes de uso e cobertura da terra nos anos de 1966, 1996 e 2001. Na elaboração utilizou-se como fonte de dados as aerofotos de 1966 e 1996 e imagem Landsat TM-7 de 2001.

A escala das aerofotos é de 1:60.000 e a resolução espacial do Landsat TM-7 é de 30 metros, que corresponde a uma escala de 1:50.000, o que influenciou nos resultados de área dos fragmentos, porém nos índices de forma obtidos pela dimensão fractal isto não ocorreu, pois segundo a literatura pertinente, a dimensão fractal por suas características de auto-similaridade e auto-afinidade não são influenciados por resoluções espaciais inferiores a 50 metros. A Fig. 04 mostra o mesmo fragmento obtido a partir do aerofoto de 1996 e da imagem de satélite Landsat TM-7.



**FIGURA 04:** Fragmento (mata nativa) a partir do aerofoto de 1996 e da imagem de satélite Landsat TM-7.

#### 4.2.2.1 Elaboração dos mapas das classes de uso e cobertura da terra através das fotografias aéreas

Esta etapa consistiu na elaboração do mapa base, fotointerpretação das classes de uso e cobertura da terra, transferência dos temas dos *overlay* para a base cartográfica, transferência dos limites das áreas dos sistemas de acesso à terra dos mapas obtidos no INCRA e na Diretoria de Terras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul para o mapa base e edição dos mapas temáticos:

Na elaboração do mapa base digital utilizou-se os seguintes procedimentos:

*escanerização de parte do mapa topográfico que continha as microbacias de estudo → digitalização vetorial do mapa escanerizado no programa MICROSTATION V.95 → georeferenciamento do mapa base obtido na vetorização.*

Os elementos digitalizados foram: rede de drenagem, curvas de nível, limite das microbacias e doze pontos de coordenadas conhecidas que foram identificados também nas fotografias aéreas que foram utilizados no georeferenciamento do mapa base e posteriormente no georeferenciamento dos “*overlays*”.

O arquivo vetorial resultante desta operação foi então georeferenciado no programa *Microstation Geographis* no sistema de projeção Universal Transverso de Mercator-UTM.

Para efetivação do georeferenciamento do mapa base foi selecionada quatro pontos (extremos) do arquivo vetorial de coordenadas conhecidas.

Posteriormente se realizou a averiguação da precisão do georeferenciamento fazendo a leitura das coordenadas UTM encontradas para os quatro pontos de controle, observando uma diferença variando de 1 metro a 5 metros, o que é perfeitamente aceitável conforme as Normas Técnicas da Cartografia Nacional (DECRETO N° 89.817, 1984).

O mapa base digital serviu como base de apoio na transferência das feições interpretadas nas fotografias aéreas.

Posteriormente foi realizada a identificação das classes de uso e cobertura da terra nas áreas das microbacias através da interpretação das fotografias aéreas utilizando os seguintes procedimentos: *Análise preliminar do material fotográfico → interpretação das aerofotos → reambulação → escanerização dos “overlays” → georeferenciamento dos “overlays” → digitalização das classes de uso e cobertura da terra → transferência dos limites das áreas de assentamento e lotes coloniais → edição do mapa temático das classes de uso e cobertura da terra.*

Inicialmente se realizou uma observação geral no material, para avaliar as condições de operacionalidade dos mesmos.

Nas fotografias aéreas de 1966 e fotografias aéreas de 1996, foram analisados os seguintes elementos: campo nativo, mata ciliar, capões de mata nativa, áreas de reflorestamento e cultivos anuais. A contagem do número de fragmentos de cada classe foi feita de forma automática pelas rotinas do software empregado.

Concomitantemente com a interpretação das classes de uso e cobertura da terra foi realizado a reambulação, para a aferição dos temas que apresentaram dúvidas no momento da interpretação. Esta fase contribuiu para uma maior interação com os elementos da paisagem da área das microbacias pois, por estarem localizadas em área rural, o grau de detalhe considerado foi o que permitiu a identificação das classes de uso e cobertura da terra para atingir os resultados esperados.

#### **4.2.2.2 Elaboração dos mapas das classes de uso e cobertura da terra através da imagem de satélite**

Como o período para análise da paisagem natural estabelecido foi de 35 anos, utilizou-se então a imagem datada de 2001 para atualizar os dados de uso e cobertura da terra e observar as alterações da paisagem.

Para o mapeamento das microbacias através da imagem de satélite utilizaram-se os seguintes procedimentos: *importação da imagem para o programa microstation* → *vetorização dos temas* → *georeferenciamento* → *sobreposição no mapa base* → *edição do mapa temático de 2001*.

Na imagem de satélite Landsat TM-7 processada no formato *bmp* importada para o programa Microstation v.95, foram identificados visualmente na tela do computador e vetorizados as classes de uso e cobertura da terra, a rede viária e a rede de drenagem que foram utilizados como pontos de amarração para georeferenciamento deste arquivo vetorial. Concomitantemente foi realizado também a reambulação a campo para melhor identificação das áreas dos temas que compõem os fragmentos de cada classe de uso e cobertura da terra no ano de 2001. Nesta etapa também foram observados os critérios de identificação e delineamento citados por Loch (2001), sendo estes: forma, sombra, tamanho, tonalidade, densidade, declividade, textura, posição e aspectos associados.

As classes de cobertura da terra identificadas e vetorizadas foram: pastagem nativa, mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica. Na reambulação a campo foram percorridas estradas rurais que circundam as microbacias de estudo e, utilizando-se o GPS foram checadas as dúvidas verificadas na interpretação visual da imagem de satélite. O georeferenciamento foi realizado coincidindo pontos com coordenadas conhecidas da base cartográfica digital com pontos de amarração do arquivo vetorial obtido a partir de informações da imagem de satélite.

O arquivo vetorial já georeferenciado foi atachado no arquivo que contém os dados do mapa base, e os polígonos referentes às classes de uso e cobertura da terra foram então compilados para a base cartográfica. Da mesma forma foram transferidos os limites das áreas de assentamento e dos lotes coloniais para esta base cartográfica. Finalizando foi editado o mapa temático para as classes de uso e cobertura da terra para o ano de 2001.

#### **4.2.3 Análise das mudanças temporais na paisagem**

A análise temporal foi realizada fazendo a comparação visual dos mapas de uso e cobertura da terra. Assim sendo foram colocados lado a lado os arquivos raster obtidos e os índices descritores da paisagem tabulados para cada ano e identificadas às alterações ocorridas em cada classe que forma a paisagem, nas datas que compõem o período.

Os mapas obtidos foram editados e utilizados juntamente com dados quantitativos da estrutura da paisagem na análise da evolução temporal das alterações ocorridas na paisagem natural das microbacias.

#### **4.2.4 Descrição dos elementos da paisagem: Anos 1966, 1996 e 2001**

Para a descrição dos elementos que compõem a paisagem utilizou-se o mapeamento das classes de uso e cobertura da terra nos anos de 1966, 1996 e 2001, e informações levantadas a campo.

O período de análise das alterações ocorridas na paisagem foi estabelecido como 35 anos, utilizando como ponto de referência às classes de uso e cobertura da terra existente no ano de 1966.

Em todos os períodos foi identificado nos mapas o elemento matriz da paisagem natural, as manchas e corredores, sendo:

- Classe pastagem nativa, considerada a matriz da paisagem natural das microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, e também da Unidade Pampa Gaúcho;
- Classe mata nativa, na qual se inserem os capões de mata nativa e as matas ciliares que são considerados elementos naturais da paisagem (manchas e corredores) das microbacias;
- Classe agricultura anual, foi representada pelos cultivos anuais, sendo as manchas perturbadoras da paisagem;
- Classe vegetação exótica que engloba as manchas de reflorestamento, também consideradas manchas perturbadoras da paisagem natural das microbacias.

Desta forma estas classes de uso e cobertura da terra foram consideradas representativas para analisar as alterações ocorridas na paisagem neste período de 35 anos.

#### **4.2.5 Levantamento dos índices descritores da estrutura da paisagem: Anos 1966, 1996 e 2001.**

Utilizando o mapeamento das classes de uso e cobertura da terra, anos 1966, 1996 e 2001, foi realizado a descrição quantitativa da estrutura da paisagem nas microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS.

Primeiramente foram obtidos os índices de área e o perímetro dos fragmentos que compõem cada classe de uso e cobertura da terra, resultantes da vetorização dos polígonos através dos aplicativos do software Microstation v.95. Estes índices foram obtidos para todas as classes que compõem a paisagem das microbacias, independente de ser considerado elemento matriz, mancha ou corredor.

Para o elemento matriz pastagem nativa foi calculada somente a área da classe e para as outras classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica considerados fragmentos que fazem parte do mosaico da paisagem, além destes dois índices foram também quantificados os índices de classes e de fragmentos.

Posteriormente estes dados foram tabulados através da planilha eletrônica Excel 2000 e utilizando equações matemáticas foram obtidos os índices das classes de uso e cobertura da terra e dos fragmentos que compõem a paisagem das microbacias nos anos analisados.

Na interpretação dos polígonos referentes às classes de uso e cobertura da terra, as áreas inferiores a 0,2 *ha* foram desconsideradas para obtenção de dados da análise da paisagem e foi adotado como unidade padrão para observação da densidade de fragmentos 100 *ha*, que foram considerados como suficiente para os objetivos da pesquisa. Para a verificação final e registro das características da área de estudo foi realizado um sobrevôo a baixa altitude e tiradas fotos aéreas panorâmicas.

Como índices de classes se determinaram o número de fragmentos, índice de densidade, tamanho, variabilidade métrica, índice de forma médio e o índice de forma média ponderada pela área, utilizados por Soares Filho (1998). Diante de tantos índices descritores da paisagem foram escolhidos estes índices por satisfazerem a necessidade de dados sobre a estrutura das classes e fragmentos da paisagem necessários para os resultados dessa pesquisa.

O número de fragmentos ( $N_F$ ) possibilitou quantificar o número de fragmentos existente em cada classe.

Onde:

$N_F$ = número de fragmentos de uma determinada classe.

Unidade= número de fragmentos.

Limite=  $N_F \geq 1$ , sem limite.

A densidade de fragmentos ( $D_F$ ) expressou o número de fragmentos por unidade de área, o que permite comparações entre paisagens de diferentes tamanhos. Nesse caso, a unidade de área é 100 *ha*, portanto a densidade de fragmentos foi expressa como:

$$D_F = \frac{N_F}{A.10.000.100} \quad (02)$$

Sendo:

$N_F$  = número de fragmentos;

$A$  = Área total da microbacia;

Unidade = número de fragmentos por 100 hectares;

Limite =  $D_F \geq 0$ , sem limites.

O tamanho médio dos fragmentos ( $T_{MF}$ ) relacionou a área total da classe com seu respectivo número de fragmentos ( $N_F$ ), o que permitiu estimar o tamanho médio para seus fragmentos pela expressão:

$$T_{MF} = \frac{\sum a}{N_F} \cdot \frac{1}{10.000} \quad (03)$$

Onde  $a$  é área do fragmento na classe e a unidade é ( *ha*) hectare.



As classes que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmentos ( $T_{MF}$ ) devem ser consideradas como as mais fragmentadas (MCGARICAL, 1995). O tamanho médio dos fragmentos é considerado um bom indicativo do grau de fragmentação por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada pela classe. Em um estudo temporal quando avaliado juntamente com a densidade de fragmentos permite o entendimento de diferentes aspectos da estrutura de uma paisagem (FORMAN, 1997). Dessa maneira pode-se começar a ter um perfil do grau de fragmentação da classe da paisagem avaliada em um determinado ano.

O desvio padrão do tamanho médio de fragmentos ( $DP_{TM}$ ), como medida de variação absoluta, permitiu observar quanto os valores do tamanho dos fragmentos variaram em relação à sua média e foi obtido pela fórmula:

$$DP_{TM} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N \left[ a_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^N a_{ij}}{N_F} \right]^2}{N_F}} \cdot \frac{1}{10.000} \quad (04)$$

Onde:

$a$  = área do fragmento, na classe;

$N_F$  = número de fragmentos;

unidade = hectares ( $ha$ );

limite =  $DP_{TM} > 0$ , sem limite.

O coeficiente de variação do tamanho médio de fragmentos ( $CV_{TM}$ ), como medida de variação relativa, possibilitou quantificar a variação dos valores do tamanho dos fragmentos em função da média, sendo obtido através da expressão:

$$CV_{TM} = \frac{DP_{TM}}{T_{MF}} \cdot 100 \quad (05)$$

Onde:

$DP_{TM}$  = desvio padrão do tamanho dos fragmentos;

$T_{MF}$  = tamanho médio dos fragmentos;

Unidade = porcentagem (%);

Limite =  $CV_{TM} > 0$ , sem limites.

O índice de forma médio ( $IF_M$ ) possibilitou expressar a forma média dos fragmentos da classe avaliada em função da razão média, perímetro/área de seus fragmentos comparada a uma forma padrão. Quando se utiliza a vetorização nos mapas, essa forma padrão se constitui em um círculo. Dessa maneira, quanto mais distante desse padrão mais irregular é considerada a forma. Para seu cálculo se utiliza a expressão:

$$IF_M = \frac{\sum \frac{P}{2\sqrt{\pi a}}}{N_F} \quad (06)$$

Onde:  $p$  é o perímetro do fragmento;  $a$  é a área do fragmento;  $N_F$  = número de fragmentos da classe e  $\pi$  é o pi.

Unidade: adimensional;

Limite =  $IF_M \geq 1$ , sem limite.

O índice de forma média ponderada pela área ( $IF_{MPA}$ ) foi calculado de maneira semelhante ao índice de forma média, no entanto a média foi ponderada de acordo com a área dos fragmentos. Dessa maneira fragmentos de maior tamanho recebem um peso maior. Para seu cálculo utilizou-se a fórmula:

$$IF_{MPA} = \sum_{j=1}^n \left[ \frac{p_{ij}}{2\sqrt{\pi a}} \cdot \left( \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right] \quad (07)$$

Onde:  $p$  é o perímetro do fragmento;  $a$  é a área do fragmento na classe.

Unidade = adimensional;

Limite =  $IF_{MPA} \geq 1$ , sem limite.

Como índices de fragmentos se determinaram o índice de área, índice de forma e o índice de forma na dimensão fractal.

O índice de área forneceu a área de cada fragmento e possibilitou o agrupamento desses remanescentes em classes de área: menor que 1 ha, e para os maiores que 1 ha, em divisões de 5 ha em 5 ha. Essa divisão teve por base a frequência dos fragmentos nas classes de área e objetivou a determinação do tamanho de fragmento predominante nas microbacias.

$$Área = a_{ij} \cdot \frac{1}{10.000} \quad (08)$$

Onde  $a_{ij}$  é a área do fragmento  $i$  na classe  $j$ .

Unidade= hectares (ha);

Limite= Área > 0, sem limite.

O índice de forma possibilitou medir a complexidade da forma dos fragmentos comparada a uma forma padrão. Para seu cálculo utilizou-se a expressão:

$$IF = \frac{P}{2\sqrt{\pi a}} \quad (09)$$

Onde:  $IF$  é o índice de forma do fragmento;  $p$  é o perímetro do fragmento;  $a$  é a área do fragmento e  $\pi$  é o pi.

Quanto mais à forma se aproximar de um círculo, mais  $IF \rightarrow 1$ .

O índice de forma na dimensão fractal ( $D$ ), mede o grau de irregularidade das margens do polígono que compõem a complexidade da forma geométrica dos fragmentos, sendo obtido através da relação área-perímetro (MANDELBROT, 1983).

$$D = 2 \frac{\log p}{\log a} \quad (10)$$

Onde:  $p$  é o perímetro de cada fragmento;  $a$  é a área de cada fragmento;  $D$  é a dimensão fractal do fragmento.

A dimensão fractal da classe ( $Df$ ) de uso e cobertura da terra foi então estimada através do ajuste da reta de regressão plotando os dados no gráfico de  $\log(p)$  versus  $\log(a)$ , como duas vezes o coeficiente angular da reta de regressão.

Em uma paisagem, composta de formas geométricas simples como retângulos e quadrados, a dimensão fractal será próxima de 1.0. Já em uma paisagem, com muitas manchas com formas convolutas e complexas, o perímetro começa a preencher o plano e  $p \cong a$  com  $D \rightarrow 2$  (RIPPLE, 1991). Portanto, mudanças substanciais na forma do fragmento de uma paisagem devem ser refletidas por mudanças significativas na dimensão fractal.

#### **4.2.6 Análise da paisagem considerando as diferentes formas de manejo nas áreas dos sistemas de acesso a terra: sesmaria, colonial e assentamento da reforma agrária.**

Os limites das áreas de assentamento e os lotes coloniais, identificados nos mapas obtidos no INCRA e na Diretoria de Terras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul, foram transferidos para os mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1966, 1996 e 2001. Essas áreas oriundas do sistema colonial e do assentamento da reforma agrária serviram como

referência para a análise das alterações da estrutura da paisagem ocorridas nos diferentes sistemas de acesso a terra.

Neste caso também foram consideradas as informações visuais identificadas nos mapas elaborados para cada ano e os dados da pesquisa documental e de campo quanto a características dos diferentes manejos de uso da terra utilizados nos sistemas de sesmaria, lotes coloniais e assentamentos da reforma agrária.

Assim sendo com o cruzamento dos dados (de campo, dos mapas e os dados obtidos para os índices descritores da paisagem) foi possível descrever as alterações da estrutura da paisagem natural da região do pampa gaúcho, representado pelas microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, e identificar as alterações causadas nos recursos naturais em função do manejo da terra nos sistemas a: lotes coloniais, sesmaria e assentamento de reforma agrária.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa de campo, do mapeamento das classes de uso e cobertura do solo e da análise espaço-temporal da estrutura da paisagem, considerando as características dos diferentes sistemas de acesso a terra, representadas nas duas microbacias de estudo (arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS).

Finalizando o capítulo os resultados foram discutidos e analisados confrontando os dados encontrados em cada microbacia e nos diferentes sistemas de acesso a terra: sesmária, colônia e assentamentos da reforma agrária, a partir dos quais se formulou considerações relevantes sobre os dados encontrados.

### **5.1. Aspectos socioculturais e manejo da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS**

Num contexto global analisando o processo de colonização no estado do Rio Grande do Sul pode-se dizer que, a necessidade de intensificação do povoamento nas zonas fronteiriças desta Província; a estrutura organizada pelo sistema de colonização oficial, concedendo vantagens pelas leis que a precediam; a inexistência de concorrência entre a atividade que se desenvolvia no latifúndio, e a que seria desenvolvida na pequena propriedade e a exigência de consumo nos centros urbanos foram elementos que influíram no sucesso da imigração e na consolidação da pequena propriedade rural nesta região de estudo.

Assim sendo, considerando as diferentes citações bibliográficas e dados obtidos a campo, constatou-se que a colonização no Estado do Rio Grande do Sul foi marcante no desenvolvimento cultural, social, econômico e político de suas diferentes regiões como a Unidade Pampa Gaúcho, e mais especificamente no presente estudo no desenvolvimento da microbacia do arroio Lagoão-RS.

Na microbacia do arroio Lagoão-RS os imigrantes do continente europeu trouxeram consigo costumes e culturas que refletem até hoje no manejo da terra. O sistema colonial sendo um sistema de cultivo da terra extremamente exploratório e degradante do meio ambiente, respaldado por uma política de colonização sempre satisfazendo os interesses e o

domínio da classe dos grandes proprietários de terras, além de que durante todo seu trajeto de implantação não contemplou em sua legislação a defesa dos recursos naturais.

Na microbacia do arroio Lagoão-RS as colônias se localizam em áreas declivosas e de mata nativa, e as médias e grandes propriedades originárias do regime de sesmarias nos campos altos e abertos onde desenvolvem uma pecuária extensiva.

Em relação à utilização do solo nos lotes coloniais, se observou que os pequenos proprietários de terra com muito trabalho e esforço, tornaram-se pequenos produtores, que através da mão-de-obra familiar iniciaram a história da zona colonial no estado do Rio Grande do Sul. A agricultura apesar de ser marcada, inicialmente por culturas de sobrevivência, sem traços de cultura permanente, teve uma lavoura desenvolvida do tipo indígena.

Nas áreas das propriedades onde se desenvolveu uma intensa colonização em nível de pequenas propriedades rurais, que eram cobertas por campos nativos e matas ciliares, o manejo do solo é realizado de maneira bastante rudimentar devido à forte limitação do relevo e à alta pedregosidade. Apesar destes fatores limitantes estas áreas são intensamente utilizadas com culturas bastante diversificadas como milho, feijão, fumo, frutíferas entre outras culturas. Este fato decorre principalmente das boas propriedades químicas destes solos e do tipo de estrutura de posse efetiva da terra da região (lotes coloniais).

Assim sendo, considerando os dados levantados a campo nas áreas de colônias, foi observado que tendo em vista as práticas agrícolas utilizadas nas propriedades num contexto específico, técnico, social e econômico o nível de manejo das propriedades oriundas do sistema colonial, é baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital no manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. Portanto as práticas agrícolas utilizadas são dependentes do trabalho braçal com o uso de alguma tração com implementos agrícolas simples (RAMALHO FILHO et al., 1978).

Nas áreas oriundas do sistema de sesmarias o nível de manejo das terras é baseado no uso das áreas com práticas agropecuárias que apresentam um nível tecnológico médio. Sendo definido por Ramalho Filho et al. (1978) pela modesta aplicação de capital, de resultados de pesquisa de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras.

## 5.2 Pesquisa de campo na microbacia do arroio Lagoão-RS: sistemas de sesmaria e lotes coloniais.

### 5.2.1. Situação fundiária

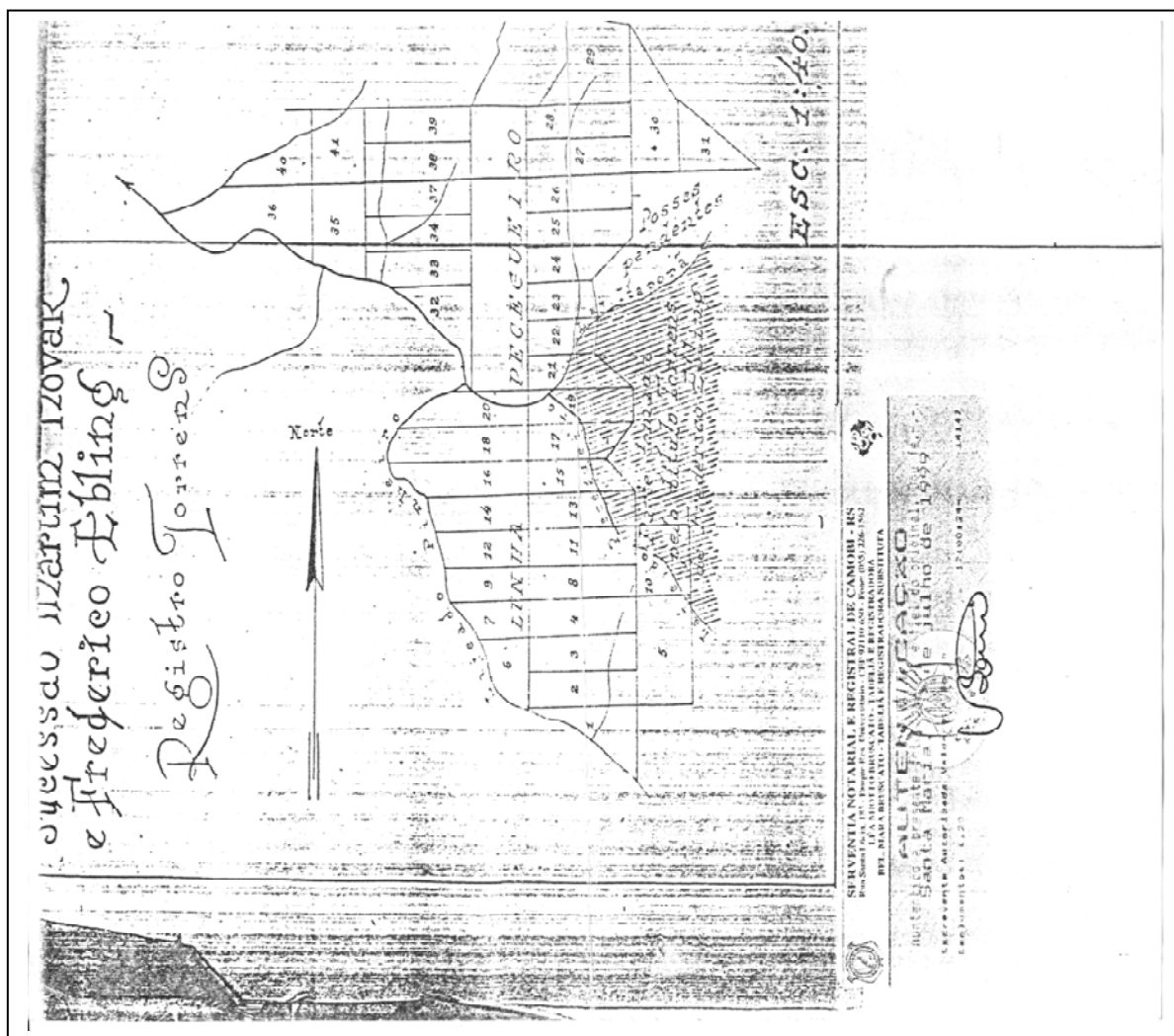
A estrutura fundiária da microbacia é constituída de lotes coloniais do Núcleo São Xavier, Linha Pessegueiro, conforme DIRETORIA DE TERRAS DE COLONIZAÇÃO (1956) e áreas originadas de sesmarias e posteriormente registradas pelo Sistema Torrens, segundo o acervo datado de 1902 do Arquivo Público do Estado do Rio Grande do Sul. Fig. 05.

A área da microbacia do arroio Lagoão-RS é constituída por pequenas, médias e grandes propriedades. As pequenas propriedades são originadas do sistema colonial e ocupa uma área de 216,96 *ha*, que corresponde a 8,5% da área da microbacia, Fig 06. As médias e grandes propriedades são oriundas do sistema de sesmaria, e ocupam uma área de 2.335,49 *ha*, equivalente a 91,5% da área da microbacia. Constatou-se no levantamento de campo que as propriedades conservaram as mesmas características fundiárias observadas no mapeamento de uso e cobertura da terra das microbacias, nos três períodos analisados. O intervalo de variação do tamanho das propriedades encontrado para os dois sistemas, sesmaria e colônia, constam no QUADRO 02.

**QUADRO 02:** Sistemas fundiários existentes na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 2006.

<i>Sistema Fundiário</i>	<i>Tamanho da propriedade</i>	<i>Área (ha)</i>
<i>Colonial</i>	Pequenas	5-30
<i>Sesmarias</i>	Médias e grandes propriedades	50-600

Constatou-se nas áreas do sistema sesmaria, registradas pelo Sistema Torrens (Fig. 05) e matriculadas no registro geral, que as grandes propriedades com área variando de 356 *ha* a 600 *ha*, se encontram em conflitos quanto ao domínio de propriedade. Isto foi identificado através de levantamento realizado no registro de imóveis do município de Tupanciretã-RS e informações de moradores da região, no qual constatou-se a existência de processos demarcatórios.

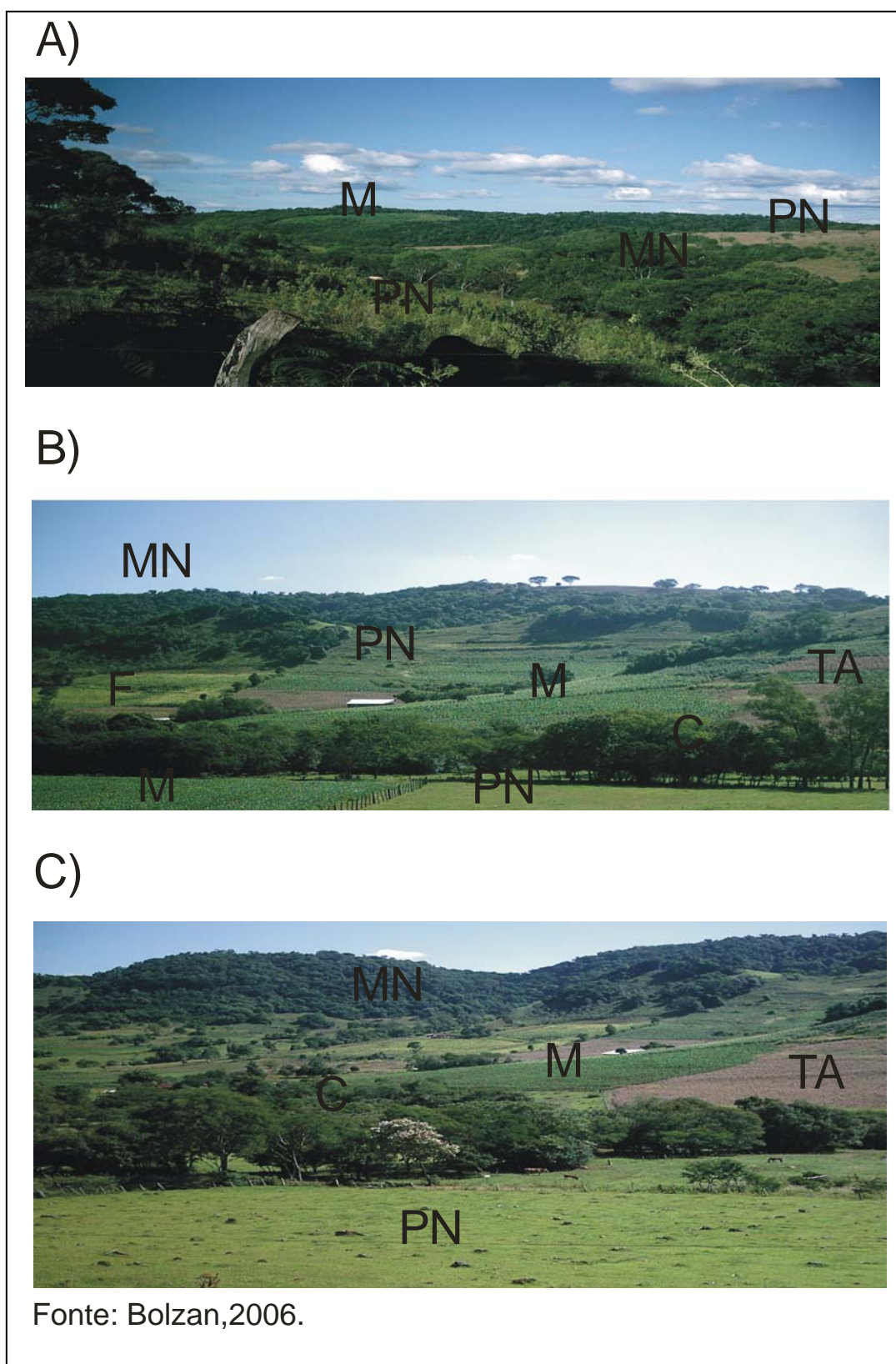


**Fonte:** Arquivo Público do Estado do Rio Grande do Sul, 1902.

**FIGURA 05:** Lotes coloniais do Núcleo São Xavier, Linha Pessegueiro, e áreas originadas de sesmarias e posteriormente registradas pelo Sistema Torrens.

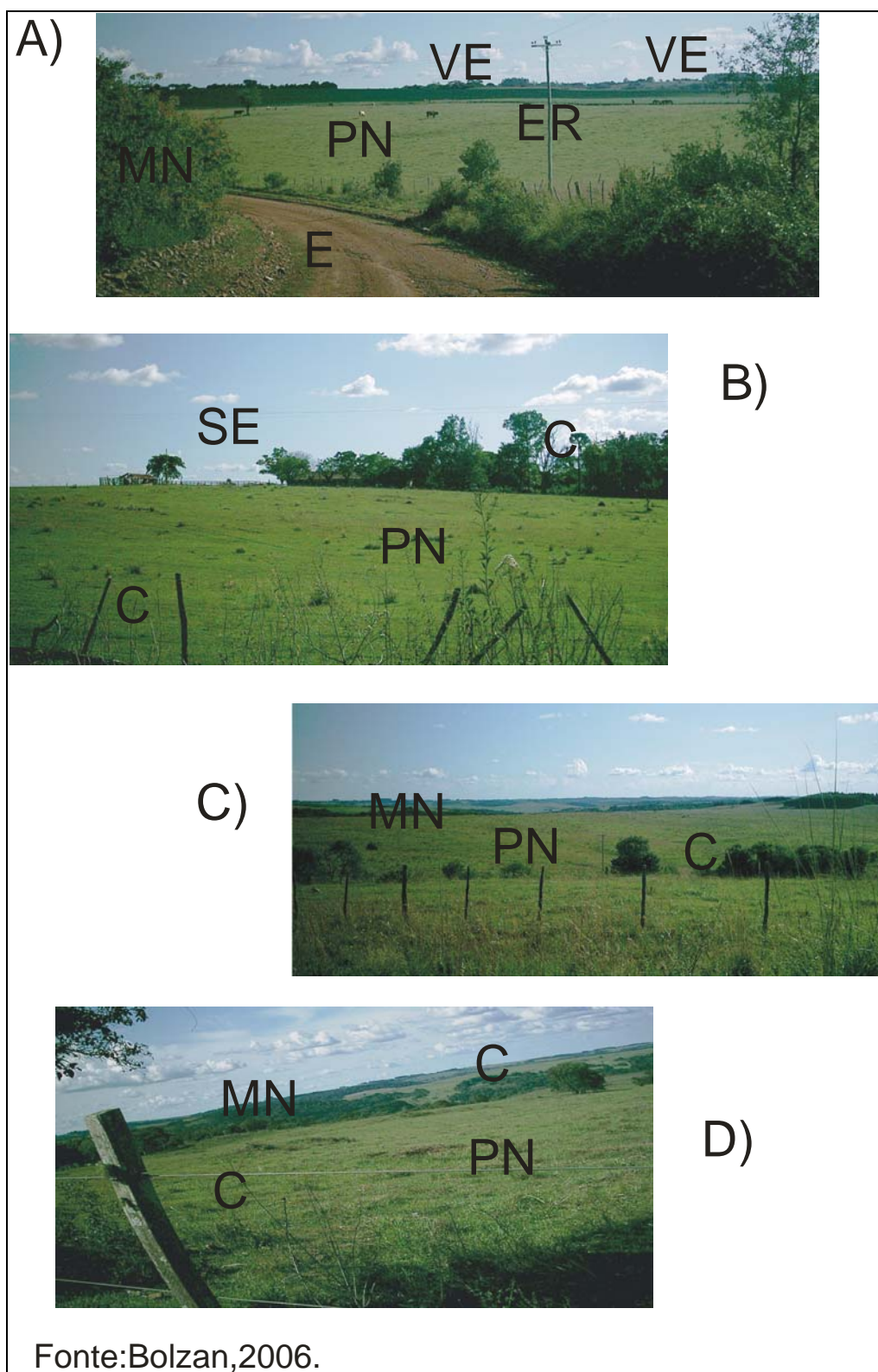
O uso da terra nos lotes coloniais da microbacia do arroio Lagoão-RS, pode se visualizado nas fotografias da Fig. 06.





**FIGURA 06:** Uso da terra dos lotes coloniais da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 2006. *MN*- mata nativa, *PN*- pastagem nativa, *M*- milho, *F*- fumo, *TA*- terra arada e *C*- capão de mato nativo.

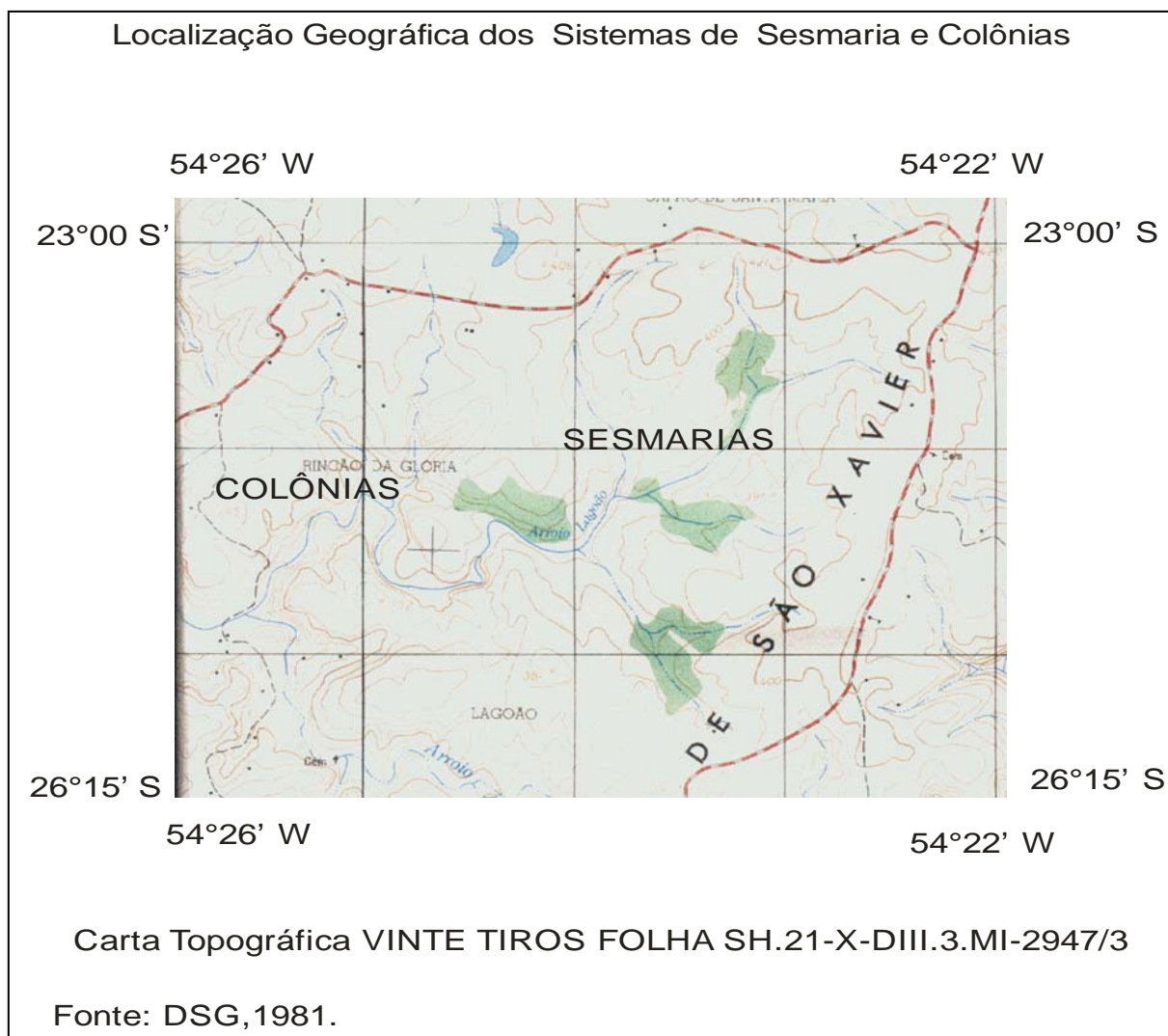
O uso da terra nas áreas de sesmaria pode ser visualizado na Fig 07.



**FIGURA 07:** Uso da terra das áreas originárias do sistema de sesmaria, microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 2006. *MN*- mata nativa, *PN*- pastagem nativa, *VE* - vegetação exótica, *C*- cerca, *ER*- eletrificação rural, *E*- estrada, *SE*- sede da propriedade e *C*- capão de mato nativo.

### 5.2.2. Localização geográfica das propriedades

Foi observado a campo que as propriedades do sistema sesmaria de posse da terra estão localizados em áreas altas, com baixa declividade, recobertas por campos nativos entremeados de mata ciliar. Já as áreas de lotes coloniais, 90% das propriedades são localizadas em áreas declivosas, recobertas por mata nativa e campo nativo, Fig. 08.



**FIGURA 08:** Localização geográfica das áreas de sesmarias e lotes coloniais na microbacia do arroio Lagoão-RS.

Neste caso se observou que nas áreas de colônias, por estarem localizadas nas áreas declivosas, ocorreu um tipo de utilização de menor intensidade, como o uso da terra para culturas permanentes, pastagem natural e preservação florestal, as quais possibilitam a melhor

preservação do solo, da flora e da fauna destas áreas, foi utilizada pelos proprietários com a agricultura de subsistência ou familiar.

No sistema de sesmaria pelas propriedades estarem localizadas nas áreas altas, mas com pouca declividade, determinou a utilização do solo com pecuária extensiva, e mais recentemente a partir dos anos 80 a utilização mais intensiva e moto-mecanizada podendo as terras ser usadas para culturas anuais.

### **5.2.3. Características da população**

Os atuais proprietários das áreas que compõem a microbacia do arroio Lagoão-RS são:

a) Áreas dos lotes coloniais: os lotes coloniais que foram inicialmente povoados por imigrantes de origem Italiana e Alemã, atualmente são ocupados pelos descendentes dos imigrantes que ainda permanecem na região, conforme dados levantados a campo e junto ao IBGE.

b) Áreas oriundas do sistema de sesmarias: Estas áreas embora ainda permaneçam com características de grandes propriedades, foram fragmentadas e transmitidas por herança. Os atuais proprietários são descendentes dos antigos coronéis do exército que recebiam como pagamento de suas atividades, terras na forma de concessões do governo federal.

Portanto nos dois casos a propriedade atual da terra se fez por herança.

### **5.2.4. Aspectos sócio-econômicos das propriedades**

Para identificar as características sócio-econômicas das propriedades nos dois sistemas identificados na microbacia do arroio Lagoão-RS, foi levantado dados referentes às principais atividades de exploração da propriedade, tecnologia utilizada e sistema de comercialização os quais foram reunidos na QUADRO 03.

As áreas de campos nativos e matas ciliares, no sistema sesmaria, inicialmente eram exploradas com pecuária extensiva sobre campo nativo e cultivadas com culturas anuais como



milho e cana de açúcar, e posteriormente foram sendo exploradas, também, com a cultura da soja, conforme levantamento de campo realizado junto a moradores antigos da região.

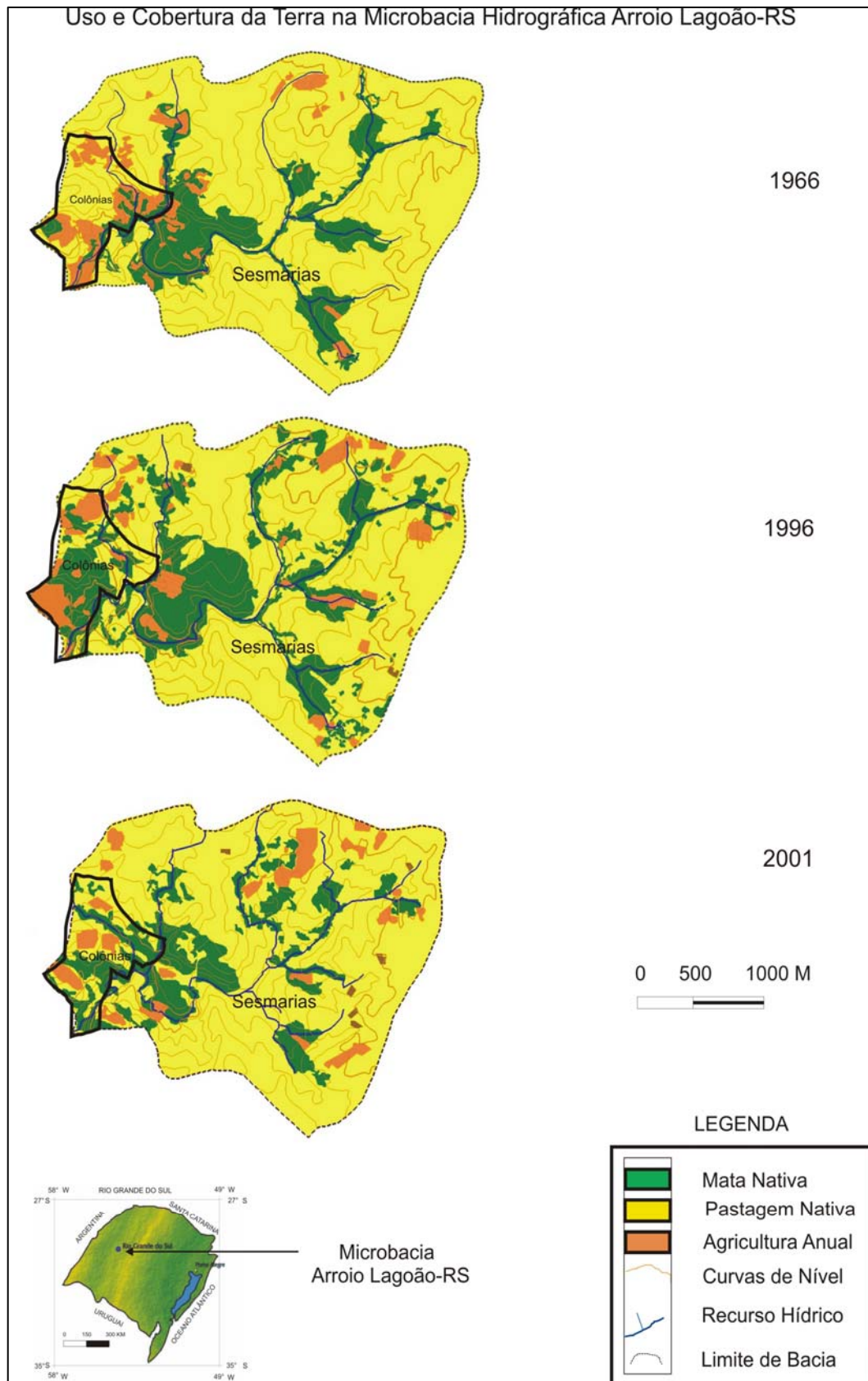
**QUADRO 03:** Principais atividades desenvolvidas nas propriedades da microbacia arroio Lagoão-RS, como também tecnologia adotada pelos proprietários.

<i>Sistema</i>	<i>Principais atividades de exploração</i>	<i>Tecnologia utilizada</i>	<i>Sistema de comercialização</i>
<b>Colonial</b>	Exploração diversificada: - Pequenas criações, aves e suínos para consumo interno; - Cultivo do fumo em 70 % das propriedades; milho, cana de açúcar, feijão e pecuária leiteira em 30%.	- Agricultura não mecanizada através da utilização de tração animal: bois e cavalos- tecnologia rudimentar.	- Produção do fumo é comercializada junto às indústrias fumageiras.
<b>Sesmaria</b>	- Pecuária extensiva e de corte; nos últimos cinco anos: cultivo da soja.	- Pecuária tradicional. - áreas de agricultura mecanizada.	-Produção agropecuária é comercializada junto a cooperativas agrícolas e frigoríficos da região.

Os núcleos familiares, embora não estejam organizados em cooperativas ou associações, comercializam a produção excedente como a cultura do fumo, junto as fumageiras. No caso das áreas oriundas do sistema de sesmaria os proprietários são organizados em cooperativas ou associações e toda a produção é comercializada. Nas áreas dos dois sistemas encontrados na microbacia do arroio Lagoão-RS, em virtude do tipo de atividade de exploração observada, identificou-se o uso intensivo de agrotóxicos em todas as propriedades.

### 5.3 Descrição da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS

A estrutura da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS no período analisado de 35 anos foi composta basicamente por quatro classes de uso e cobertura da terra: mata nativa, pastagem nativa, agricultura anual e vegetação exótica. Esta microbacia representou os sistemas de acesso à terra de sesmarias e lotes coloniais e foi descrita através do mapeamento do uso e cobertura da terra dos anos de 1966, 1996 e 2001. Fig. 09.



**FIGURA 09:** Mapa de uso e cobertura da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS: Anos de 1966, 1996 e 2001.

### **5.3.1 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1966 a 1996 na microbacia do arroio Lagoão-RS**

Neste período de 30 anos a microbacia do arroio Lagoão-RS tinha sua área predominantemente ocupada por pastagem nativa, identificada como matriz da paisagem. Esta classe foi a que determinou uma maior conectividade e maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas encontrados na área como a mata nativa, os recursos hídricos e a agricultura anual. Sendo assim foi o elemento que exerceu maior controle no fluxo de energia, com influência direta na conservação e preservação dos remanescentes florestais, e maior responsável pela dinâmica da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS.

As faixas de mata ciliar e os recursos hídricos, durante esse período, foram os elementos considerados corredores da paisagem da microbacia Lagoão-RS, pois permitiu um maior movimento e intercâmbio genético entre os animais e as plantas, contribuindo no aumento e dispersão das espécies arbóreas. Os capões de mata nativa, considerados manchas de regeneração foram encontrados em áreas ocupadas por colônias e sesmaria.

Como mancha de perturbação causando uma mudança significativa no padrão natural da paisagem do arroio Lagoão-RS, obteve-se os cultivos agrícolas que no ano de 1966 eram mais expressivos nas áreas de colônias e as manchas de reflorestamentos encontradas no ano de 1996 somente nas áreas de sesmaria. Estas manchas de perturbação foram responsáveis neste período pelas mudanças no padrão natural da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS.

Portanto as alterações na paisagem natural da microbacia do arroio Lagoão-RS, como pode ser observado na Fig. 09 foram neste período decorrentes principalmente do aumento de manchas de perturbação da classe agricultura anual em áreas de sesmaria e áreas de colônias, e pelo surgimento de manchas de vegetação exótica nas áreas de sesmaria.

As regenerações da vegetação, junto aos fragmentos de mata ciliar nas áreas de sesmaria e de colônia, originaram um aumento na área da classe mata nativa. Este avanço da classe mata nativa ocorreu sobre o elemento matriz da paisagem da microbacia arroio Lagoão-RS, no caso a pastagem nativa.

Os elementos formadores da estrutura da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 1966 a 1996, foram agrupados em classes de uso e cobertura da terra, conforme Tab 01.

**TABELA 01:** Classes de uso e cobertura da terra com respectivas áreas- microbacia arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.

<i>Classes</i>	<i>1966</i>		<i>1996</i>	
	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
<i>Pastagem Nativa</i>	1927,23	75,50	1748,07	68,49
<i>Mata Nativa</i>	481,38	18,87	628,74	24,63
<i>Agricultura Anual</i>	143,84	5,63	171,87	6,73
<i>Vegetação Exótica</i>	-	-	3,77	0,15
<b><i>Total</i></b>	2552,45	100,00	2552,45	100,00

Na microbacia do arroio Lagoão-RS no ano de 1966, foram encontrados três classes de uso e cobertura da terra e no ano de 1996 quatro classes, sendo considerada mata nativa os capões de mato e a mata ciliar, e como vegetação exótica os reflorestamentos de eucaliptos.

A classe pastagem nativa matriz da paisagem, no ano de 1966 ocupava 75,5% da área da microbacia do arroio Lagoão-RS e diminui para 68,49% no ano de 1996. Este resultado corrobora com dados de pesquisas que colocam ser a maior parte da área do Pampa Gaúcho ocupada (66%) com pastagem nativa. O decréscimo de 7,01% ocorrido neste período de 30 anos foi oriundo do avanço das áreas de corredores (mata nativa 5,76%), de manchas perturbadoras (cultivos agrícolas 1,1%) e manchas de reflorestamento (0,15%) sobre o campo nativo.

A área da classe mata nativa apresentou um aumento de 5,76% passando de 18,87% para 24,63%; a área da classe agricultura anual apresentou um aumento de 1,10%, passando de 5,63% para 6,73% e a classe vegetação exótica que não existia no ano de 1966 aparece no ano de 1996 ocupando 0,15% da área da microbacia do arroio Lagoão-RS.

### **5.3.2 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1996 a 2001 na microbacia do arroio Lagoão-RS**

A matriz da paisagem, neste período de 5 anos, continuou sendo a classe pastagem nativa. A classe mata nativa representada pelas faixas de mata ciliar e os recursos hídricos, elementos considerados corredores da paisagem, sofreram desmatamento e foram encontrados



tanto nas áreas de sesmaria como dos lotes coloniais. Os capões de mata nativa foram também encontrados nas áreas de colônias e de sesmaria.

Como manchas de perturbação ocorreram os cultivos agrícolas, que sofreram redução de área, identificados nas áreas de colônias e sesmaria, e também as manchas de reflorestamentos que aumentaram nas áreas de sesmaria, causando mudanças significativas no padrão natural da paisagem do arroio Lagoão-RS no período de 1996 a 2001. Pela Fig. 09 se constatou que a classe mata nativa sofreu redução de área, devido a supressão de fragmentos de capões de mata nativa e fragmentação da mata ciliar, na sua maioria em áreas de sesmaria. Esta supressão foi originada pela exploração da mata para consumo de madeira nas propriedades, cujas áreas foram abandonadas e invadidas por espécies do elemento matriz da paisagem.

A diminuição da área da classe agricultura anual ocorreu principalmente nas áreas dos lotes coloniais pela substituição das manchas agrícolas por espécies remanescentes da pastagem nativa.

Os elementos formadores da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS identificados no final do período, ano de 2001, foram distribuídos em quatro classes de uso e cobertura da terra, sendo que na classe mata nativa foram inseridos os capões de mata nativa e a mata ciliar e na classe vegetação exótica os reflorestamentos de eucalipto, conforme Tab. 02.

**TABELA 02:** Classes de uso e cobertura da terra na microbacia arroio Lagoão-RS, no ano de 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<i>1996</i>		<i>2001</i>	
	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
<i>Pastagem Nativa</i>	1748,07	68,49	1944,19	76,17
<i>Mata Nativa</i>	628,74	24,63	456,59	17,89
<i>Agricultura Anual</i>	171,87	6,73	143,31	5,62
<i>Vegetação Exótica</i>	3,77	0,15	8,36	0,32
<b><i>Total</i></b>	2552,45	100,00	2552,45	100,00

No final do período de 5 anos, a classe pastagem nativa, obteve um acréscimo de sua área (7,68%) em relação ao valor encontrado no ano de 1996, devido ao decréscimo da área de corredores (mata nativa – 6,74%) e de manchas perturbadoras (cultivos agrícolas - 1,11%). Neste período, também, ocorreu um aumento na área de manchas de reflorestamentos (0,17%).

Sendo assim num período relativamente curto de 5 anos(1996-2001) a área da classe pastagem nativa, apresentou um aumento de área passando de 68,49% para 76,17%; a classe mata nativa sofreu uma redução passando de 24,63% para 17,89%; a área da classe agricultura anual apresentou uma redução passando de 6,73% para 5,62% e a classe vegetação exótica passou de um percentual de área de 0,15% para 0,32%.

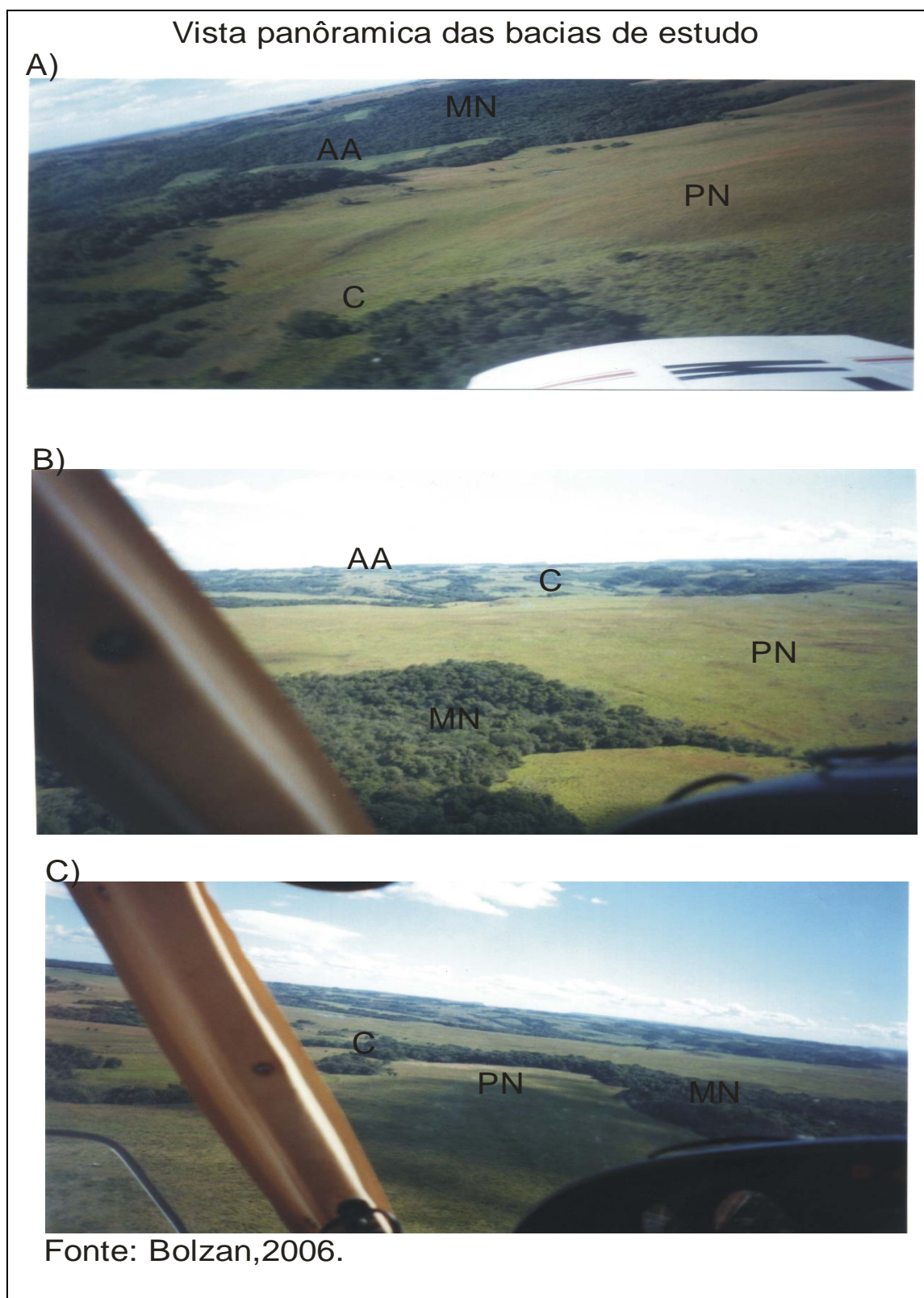
Desta forma pode constatar que no período analisado (35 anos), a classe mata nativa sofreu uma alteração de 5,15% de sua área, oriunda principalmente da derrubada de mata ciliar nas áreas dos dois sistemas de acesso a terra, sesmaria e colônia.

A classe agricultura anual que originou as manchas perturbadoras da paisagem natural, não apresentou alterações significativas em sua área no período de 35 anos. Neste caso, na classe agricultura anual somente ocorreu uma mudança na forma de manejo das lavouras não mecanizadas que passaram para mecanizadas, e na localização das áreas de cultivos nas áreas oriundas do sistema sesmaria.

A classe vegetação exótica que no início do período analisado não existia, com o plantio de pequenos matos de eucalipto nas áreas do sistema de sesmaria, chegou a atingir no final dos 35 anos 0,32% da área da microbacia do arroio Lagoão-RS.

A classe pastagem nativa, elemento matriz da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS, sofreu uma redução de 7,01% em sua área, nos primeiros 30 anos, e se recuperou nos últimos cinco anos em virtude de áreas de lavouras abandonadas e de áreas provenientes da derrubada de mata ciliar, que foram invadidas por espécies oriundas do campo nativo.

Portanto a microbacia do arroio Lagoão-RS, onde ocorreram os sistemas de acesso à terra de lotes coloniais e sesmarias, apresentou uma variação da área de classe mata nativa, com aumento entre 1966 e 1996 e diminuição entre 1996 e 2001 voltando ao percentual próximo ao que aparecia em 1966. A classe agricultura anual praticamente não variou sua área no período todo estudado e a classe vegetação exótica apresentou um aumento de área a partir de 1996. Estas classes de uso e cobertura da terra podem ser visualizadas na Fig.10.



**FIGURA 10:** Vista parcial da região das microbacias do arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, representativas da paisagem natural do Bioma Pampa Gaúcho-RS. MN- mata nativa, AA- agricultura anual, PN- pastagem nativa e C- capão de mato.

### 5.3.3 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do arroio Lagoão-RS, período de 1966-1996

No estudo quantitativo da estrutura da paisagem foram considerados como fragmentos os resultantes do mosaico formado de manchas e corredores representados pelas classes de uso e cobertura da terra (mata nativa e agricultura anual) disposta na matriz de fundo (pastagem nativa).

A descrição quantitativa da estrutura da paisagem, a partir dos índices de área, densidade e variabilidade métrica, dados importantes para a determinação da fragmentação e complexidade da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS, obtidas através do mapeamento elaborado com fotografias aéreas de 1966 e 1996.

Assim sendo os resultados encontrados para o número de fragmentos ( $N_F$ ) e a densidade de fragmentos ( $DF/100ha$ ) das classes mata nativa e agricultura anual, identificadas nos anos de 1966-1996 na microbacia do arroio Lagoão-RS, foram reunidos na Tab. 03.

**TABELA 03:** Número e densidade dos fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.

<i>Classes</i>	<i>Ano 1966</i>		<i>Ano 1996</i>	
	<i>Número fragmentos (<math>N_F</math>)</i>	<i>Densidade fragmentos (<math>D_F/100ha</math>)</i>	<i>Número fragmentos (<math>N_F</math>)</i>	<i>Densidade fragmentos (<math>D_F/100ha</math>)</i>
<i>Mata nativa</i>	48	1,88	42	1,64
<i>Agricultura anual</i>	38	1,48	44	1,72
<i>Vegetação exótica</i>	-	-	02	0,078
<b><i>Total</i></b>	86		88	

Pela Tab. 03 no início do período analisado, ano de 1966, a classe mata nativa foi a que apresentou maior número de fragmentos (48) e no final do período, ano de 1996, destacou-se a classe agricultura anual com 44 fragmentos.

Em relação à densidade dos fragmentos a classe mata nativa com 1,88/100ha apresentou-se mais fragmentada no ano de 1966 mas no final do período, a classe agricultura

anual com 1,72/100ha foi a que apresentou maior quantidade de fragmentos por unidade de área.

Neste caso constatou-se que o grau de fragmentação da classe mata nativa do arroio Lagoão-RS foi menor que o obtido por Oliveira (2000) ao realizar a avaliação da paisagem, cobertura da terra classe floresta atlântica semidecidual da microbacia do Médio Corumbataí-SP, na qual obteve 3,3 fragmentos por 100 ha, para fragmentos com o tamanho médio de 1,77ha, concluindo que a paisagem se encontrava altamente fragmentada. Estes resultados foram em função que na floresta atlântica o uso do solo é mais intenso na questão de cultivos, ao passo que na microbacia do arroio lagoão-RS só ocorre mata ciliar e capões de mato.

No período de trinta anos (1966-1996) ocorreu um acréscimo no número de lavouras nas áreas dos dois sistemas de acesso a terra, sendo que neste período ocorreu um decréscimo do número de fragmentos de mata nativa.

No final do período, ano 1996, surgiram dois fragmentos representados pela classe vegetação exótica localizados nas áreas oriundas do sistema sesmaria, conforme o mapa das classes de uso e cobertura da terra.

Os resultados obtidos para as classes de uso e cobertura da terra mostraram também que nos processos de destruição e de regeneração das manchas, o surgimento da classe vegetação exótica, pelo plantio de fragmentos de reflorestamento e a regeneração da mata nativa, observada pelo aumento de área da classe, veio minimizar os distúrbios ocasionados pelo aumento de fragmentos de cultivos agrícolas anuais na paisagem natural da microbacia do arroio Lagoão-RS.

Conforme dito no item 4.2.4 da metodologia a variabilidade métrica, dos fragmentos, foi obtida através do tamanho médio dos fragmentos das classes ( $T_{MF}$ ), dos desvios padrão ( $DP_{TM}$ ) e dos coeficientes de variação ( $CV_{TMF}$ ), que constam na Tab. 04.

**TABELA 04:** Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.

<i>Classes</i>	<b>1966</b>			<b>1996</b>		
	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coefficiente variação (%)</i>	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coefficiente variação (%)</i>
<i>Mata nativa</i>	10,02	18,09	180,54	14,97	27,22	181,83
<i>Agricultura anual</i>	3,78	3,29	87,04	3,91	3,62	92,58
<i>Vegetação exótica</i>	-	-	-	1,88	0,08	4,41

No início do período (1966-1996) a classe agricultura anual foi a que apresentou menor desvio padrão (3,29 *ha*) com um coeficiente de variação de 87,04 % em relação ao tamanho médio de 3,78 *ha*.

Por outro lado neste período foi na classe mata nativa que se observou o maior tamanho médio e desvio padrão dos fragmentos, o que demonstrou uma menor uniformidade de tamanho nas manchas de mata nativa do que os fragmentos de agricultura anual, que possuem áreas mais semelhantes. Isto foi confirmado pelo coeficiente de variação do tamanho médio que foi menor na classe agricultura anual.

Em relação à classe vegetação exótica encontrada no final do período, o desvio padrão baixo mostrou uma maior uniformidade do tamanho dos fragmentos ou seja, as duas áreas de reflorestamento apresentaram áreas semelhantes.

O tamanho médio dos fragmentos mostrou que é na classe mata nativa que se encontravam os maiores fragmentos e os menores foram na classe vegetação exótica.

Em relação à área de cada fragmento das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, ano 1966 e ano 1996, os resultados foram reunidos no apêndice A.

Lembrando que a classe Mata Nativa no ano de 1966 ocupava 18,87% da área total da microbacia, sendo que deste percentual somente 1,17% da área da microbacia era ocupado pelos fragmentos menores que 5 *ha*.

A classe Agricultura Anual no ano de 1966 ocupava 5,63% da área total da microbacia, sendo que deste percentual somente 2,96% da área total da microbacia era ocupado pelos fragmentos menores que 10 *ha*, o que caracterizou nas áreas coloniais as lavouras não mecanizadas. No ano de 1996 ocupava 6,73% da área total da microbacia, sendo que deste percentual somente 3,77% da área total da microbacia era ocupado pelos fragmentos menores que 10 *ha*, o que caracterizou as lavouras não mecanizadas nas áreas de colônias.

Ainda no ano de 1996, constatou-se que os fragmentos maiores que 10 *ha*, representando 9,00% do número de fragmentos, correspondia a 44,0% da área da classe agricultura anual e 2,96% da área total da microbacia do arroio Lagoão-RS, o que foi identificado como as lavouras mecanizadas substituindo o campo nativo nas áreas de sesmaria.

Para melhor avaliar a estrutura de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, período 1966-1996, é apresentado na Tab. 05 a distribuição dos fragmentos em classes de área.

**TABELA 05:** Número de fragmentos das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica por classe de área na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1966 e 1996.

<i>Classes de área (ha)</i>	<b>1966</b>				<b>1996</b>					
	<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Vegetação exótica</i>	
	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>
<1	36	75,00	13	34,20	22	52,38	13	31,12	0	0,00
1 ———] 5	07	14,59	16	42,10	14	33,33	22	48,89	2	100,00
5 ———] 10	01	2,08	04	10,54	04	9,53	05	11,11	0	0,00
10 ———] 15	01	2,08	04	10,54	01	2,38	01	2,22	0	0,00
15 ———] 20	02	4,17	01	2,64	00	0,00	02	4,44	0	0,00
>20	01	2,08	00	0,00	01	2,38	01	2,22	0	0,00
<b>Total</b>	48	100,00	38	100,00	42	100,00	44	100,00	2	100,00

No início do período, ano 1966, conforme a Tab.05 a maioria dos fragmentos de mata nativa inseriam-se na classe de área menor que 5 *ha*, com maior percentual (89,59%), que são os pequenos capões de mata nativa, dispersos no elemento matriz (pastagem nativa), que fazem parte da paisagem natural do pampa gaúcho. Neste ano a maioria dos fragmentos da classe agricultura anual (76,30%) tinham tamanho menor que 5 *ha* demonstrando que os cultivos anuais se caracterizavam por lavouras de subsistência tanto nos lotes coloniais como nas áreas de sesmaria.

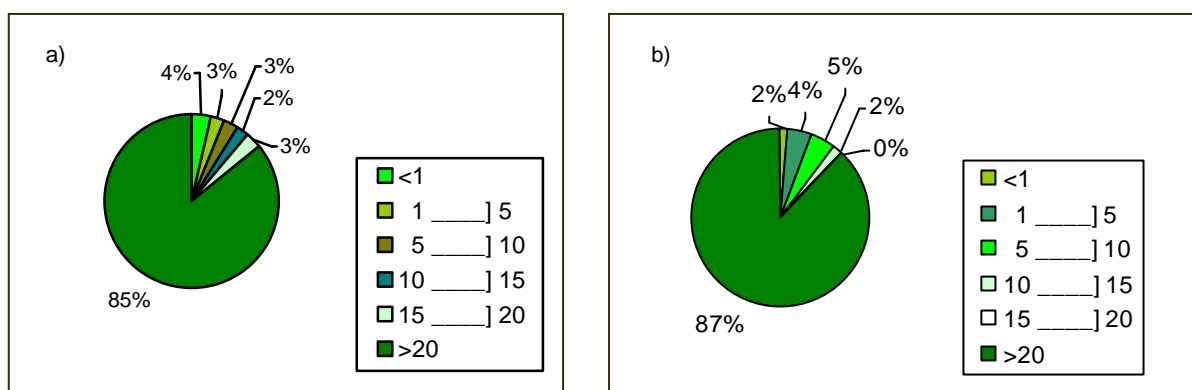
Embora o número de fragmentos da classe mata nativa com área menor que 1 *ha* tenha diminuído no período analisado, no ano de 1996 foi a que apresentou maior número de fragmentos, que foram identificados como os pequenos capões de mata nativa dispersos na pastagem nativa, representando 52,38% do percentual do número dos fragmentos dessa classe.

Em relação à classe agricultura anual temos que a maioria das áreas tinha tamanho menor que 5 *ha*, o que demonstrou que neste período de trinta anos os cultivos anuais, oriundos das lavouras de subsistência, foram expressivos. Estes fragmentos foram identificados tanto nos lotes coloniais como nas áreas de sesmaria.

Por outro lado no final do período identificou-se, confrontando os dados da Tab.05 e os mapas das classes de uso e cobertura da terra, que os fragmentos maiores de cultivos agrícolas foram observados tanto nas áreas de sesmarias (3 fragmentos maiores que 10 *ha*) como nas áreas de colônias (1 fragmento maior que 10 *ha*).

Nas áreas de colônia os fragmentos maiores se caracterizavam como as áreas de plantios realizados nos locais de melhor fertilidade do solo, nos quais os proprietários muitas vezes realizavam o plantio extrapolando os limites dos lotes, se unificando com as lavouras vizinhas, o que também devido à resolução das fotografias aéreas, foi interpretado nos mapas como uma área uniforme. Já no caso das lavouras com áreas maiores encontradas nas áreas de sesmária, foram identificadas como lavouras de monocultura com emprego de tecnologia mecanizada.

Para melhor visualização destes resultados elaborou-se os gráficos (a) ano 1966 e (b) ano 1996 da Fig. 11, que relacionaram o percentual da área da classe mata nativa ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos.



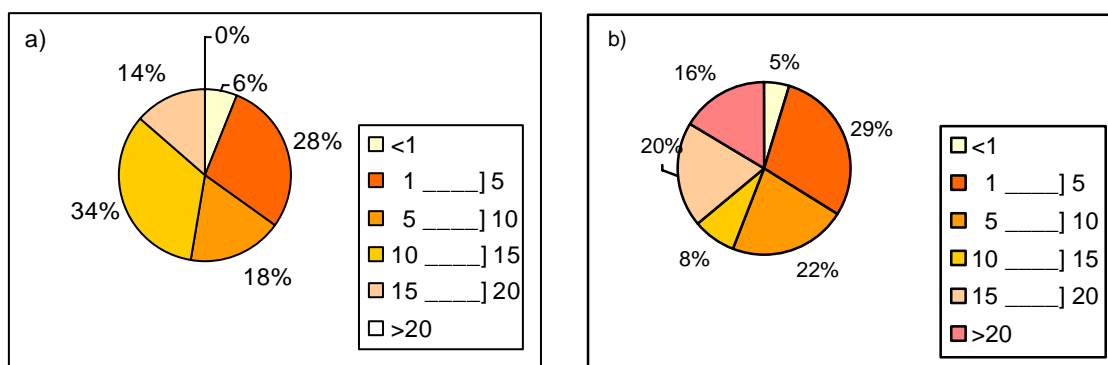
**FIGURA 11:** Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, (a) ano 1966 e (b) 1996.

No início do período analisado, ano de 1966, os capões de mata nativa com área menor que 5 ha ocupavam 7,0% da área total da classe e a mata ciliar identificada como a classe de área maior que 20 ha, com 1 fragmento, representou um percentual de 85, 0% da área total da classe mata nativa..

No final do período, ano 1996, os capões de mata nativa com área menor que 5 ha ocupavam 6,0% da área total da classe e a mata ciliar identificada como a classe de área maior que 20 ha, com 1 fragmento, representou um percentual de 87, 0% da área total da classe mata nativa.

No caso da agricultura anual elaboraram-se os gráficos (a) ano 1966 e (b) ano 1996 da Fig. 12 relacionando o percentual da área da classe ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos.





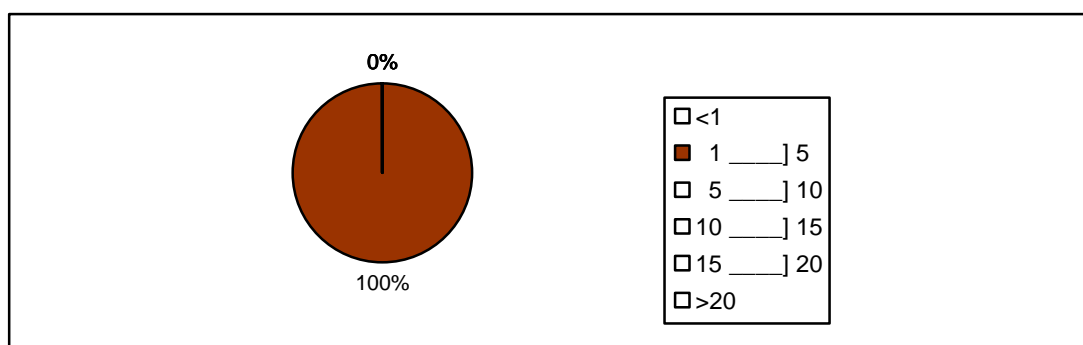
**FIGURA 12:** Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, (a) ano 1966 e (b) 1996.

No início do período, ano de 1966, os cultivos anuais com área < 10 *ha* ocupavam 52,0% da área total da classe e as lavouras de área maior que 20 *ha*, não foram identificados.

No final do período, ano 1996, os cultivos anuais com área menor que 10 *ha* ocupavam 56,0% da área total da classe, na classe de área entre 10 e 15 *ha* ocorreu uma redução de 26% e as lavouras de área maior que 20 *ha*, com 1 fragmento, representou um percentual de 16,0% da área total da classe agricultura anual.

Isto caracterizou áreas de lavouras contínuas nas áreas dos lotes coloniais, identificadas através do mapeamento das classes de uso e cobertura da terra.

Para a classe vegetação exótica tem-se o gráfico da Fig. 13 relacionando o percentual da área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 1996.



**FIGURA 13:** Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano 1996.

Os dois fragmentos encontrados para a classe vegetação exótica, possuem área maior que 1 *ha* e menor que 5 *ha*, representando 100% da área da classe vegetação exótica, sendo localizados nas áreas de campos nativos do sistema sesmaria.

Comparando os dados obtidos para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, constatou-se que a classe agricultura anual no final do período analisado, foi a que

apresentou uma maior variabilidade na área dos fragmentos, tendo fragmentos distribuídos nas diferentes classes de área.

A avaliação dos índices de área, densidade, tamanho e variabilidade métrica é o início para o entendimento do processo de fragmentação das classes de uso e cobertura da terra (FORMAN, 1997). Portanto, comparando os dados obtidos à classe mata nativa se apresentou mais fragmentada que a classe agricultura anual, pois possui maior número de fragmentos na classe de menor área.

Sendo assim pode-se observar que a paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS sofreu neste período de 30 anos uma alteração nos elementos naturais decorrente de manchas de perturbação, causadas pela implantação de cultivos agrícolas nas áreas tomadas pelos dois sistemas de acesso a terra (colônia e sesmaria).

#### 5.3.4 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do arroio Lagoão-RS, período de 1996-2001.

Para o segundo período, 1996-2001, o número ( $N_F$ ) e a densidade de fragmentos ( $DF/100ha$ ) no caso das três classes (mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica) identificadas na microbacia do arroio Lagoão-RS foram reunidos na Tab. 06.

**TABELA 06:** Número de fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<i>Ano 1996</i>		<i>Ano 2001</i>	
	<i>Número fragmentos (<math>N_F</math>)</i>	<i>Densidade fragmentos (<math>D_F/100ha</math>)</i>	<i>Número fragmentos (<math>N_F</math>)</i>	<i>Densidade fragmentos (<math>D_F/100ha</math>)</i>
<i>Mata nativa</i>	42	1,64	19	0,74
<i>Agricultura anual</i>	44	1,72	22	0,86
<i>Vegetação exótica</i>	2	0,078	6	0,24
<b><i>Total</i></b>	88		47	

Pela Tab.06, no período de cinco anos analisado as classes agricultura anual e mata nativa tiveram suas áreas menos fragmentadas. Ao mesmo tempo a classe agricultura anual

foi a que apresentou maior densidade de fragmentos chegando, ano 2001, com 22 fragmentos, o que determinou um índice de 0,86 fragmentos/100ha.

Os fragmentos da classe vegetação exótica aumentaram neste período e foram identificados, conforme o mapa da de uso e cobertura da terra, nas áreas oriundas do sistema sesmaria.

A variabilidade métrica dos fragmentos foi obtida através do tamanho médio dos fragmentos das classes ( $T_{MF}$ ) e seus desvios padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficientes de variação( $CV_{TM}$ ), que consta na Tab. 07.

**TABELA 07:** Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<b>1996</b>			<b>2001</b>		
	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coeficiente variação (%)</i>	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coeficiente variação (%)</i>
<i>Mata nativa</i>	14,97	27,22	181,83	24,03	26,30	109,45
<i>Agricultura anual</i>	3,91	3,62	92,58	6,51	3,71	56,99
<i>Vegetação exótica</i>	1,88	0,08	4,41	1,39	0,20	14,38

Pelos dados da Tab.07 se constatou que a classe mata nativa com maior desvio padrão, apresentou uma variação expressiva no tamanho dos fragmentos em relação ao tamanho médio da classe, decorrente principalmente da existência de mata ciliar, nas áreas de sesmaria e dos lotes coloniais, e de capões distribuídos no campo nativo das áreas de sesmaria. O desvio padrão encontrado, classe agricultura anual, mostrou que o tamanho dos fragmentos apresentou uma variação significativa em relação à média decorrente da existência de dois tipos de lavouras, não mecanizadas nas áreas de colônias e mecanizadas nas áreas de sesmaria.

Em relação a classes vegetação exótica o desvio padrão baixo mostrou uma maior uniformidade do tamanho dos fragmentos, ou seja, as seis áreas de reflorestamento identificadas no ano de 2001 apresentaram áreas semelhantes.

O tamanho médio dos fragmentos mostrou que é na classe mata nativa que se encontram os maiores fragmentos e os menores fragmentos foram identificados na classe vegetação exótica.

Em relação à área de cada fragmento individual das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, ano 2001, os resultados foram reunidos no apêndice A.

Para melhor avaliar a estrutura de uso e cobertura da terra da microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 1996-2001 foi apresentada na Tab. 08 a distribuição dos fragmentos em classes de área (*ha*).

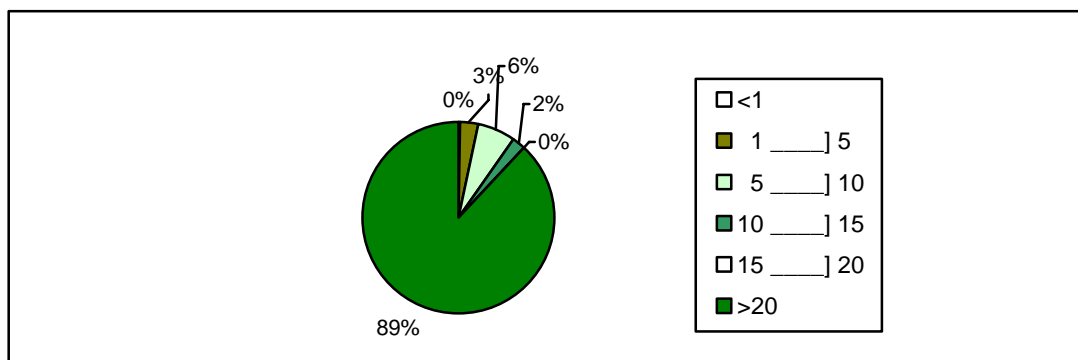
**TABELA 08:** Número de fragmentos das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica por classe de área na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.

<i>Classes de área (ha)</i>	<b>1996</b>						<b>2001</b>					
	<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Vegetação exótica</i>		<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Vegetação exótica</i>	
	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>	<i>N<sub>F</sub></i>	<i>%</i>
<1	22	52,38	13	31,12	0	0,00	2	10,53	1	4,54	0	0,00
1 ——— ] 5	14	33,33	22	48,89	2	100,0	5	26,32	10	45,46	6	100,0
5 ——— ] 10	4	9,53	5	11,11	0	0,00	4	21,05	7	31,83	0	0,00
10 ——— ] 15	1	2,38	1	2,22	0	0,00	1	5,26	2	9,09	0	0,00
15 ——— ] 20	0	0,00	2	4,44	0	0,00	0	0,00	1	4,54	0	0,00
>20	1	2,38	1	2,22	0	0,00	7	36,84	1	4,54	0	0,00
<b>Total</b>	42	100,00	44	100,00	2	100,00	19	100,00	22	100,00	6	100,0

Pela Tab.08 a classe mata nativa apresentou fragmentos de tamanhos variados, a classe agricultura anual possuiu a maioria dos fragmentos (81,83%) com tamanho menor que 10ha e a classe vegetação exótica tiveram todos os fragmentos com tamanho variando de 1 ha a 5 ha.

Assim sendo, foi constatada ainda a ocorrência de pequenos capões de mata nativa dispersos na pastagem natural e uma predominância de lavouras não mecanizadas localizadas em áreas declivosas, áreas colônias, que foram originadas da cultura do fumo e nas áreas de sesmaria as lavouras mecanizadas da cultura de milho e de soja.

Para a classe mata nativa tem-se o gráfico da Fig. 14 relacionando o percentual da área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.

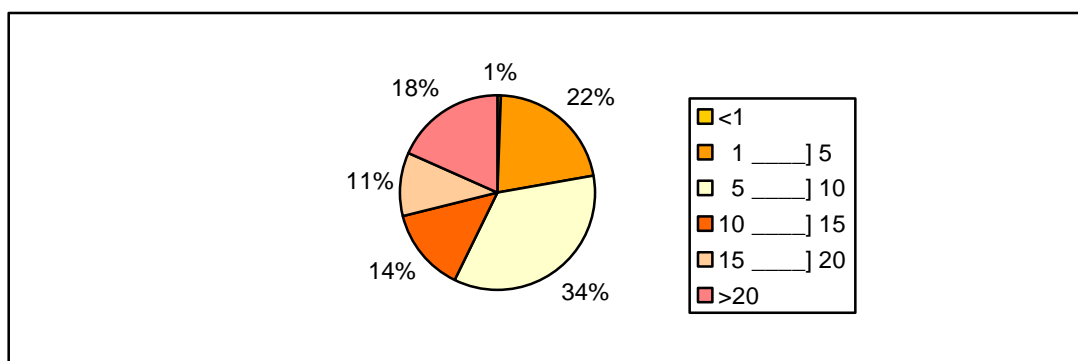


**FIGURA 14:** Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano de 2001.

A classe mata nativa no ano de 2001 ocupava 17,89 % da área total da microbacia , sendo que deste percentual somente 0,61% era ocupado pelos fragmentos menores que 5 *ha*. Sendo assim conforme a Fig. 14 obteve-se 7 fragmentos de mata nativa com área menor que 5 *ha*, o que representou 3,0% da área da classe mata nativa.

O fragmento com área maior que 20 *ha*, representou 36,84% do número de fragmentos e 89,0% da área da classe mata nativa e 15,74% da área total da microbacia. Assim também fragmentos com área entre 15 *ha* e 20 *ha* não foram observados nesta microbacia hidrográfica neste ano.

Para a classe agricultura anual tem-se o gráfico da Fig. 15 relacionando o percentual da área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.

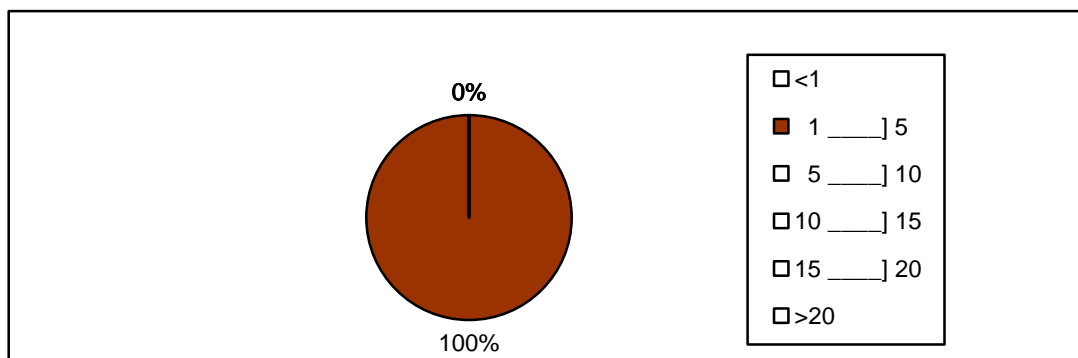


**FIGURA 15:** Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano de 2001.

O gráfico da Fig 15 mostrou que os fragmentos menores que 10 *ha*, representando 81,83% do número de fragmentos, representa 57,0% da área da classe agricultura anual.

Os fragmentos maiores que 10 *ha*, representando 18,17% do número de fragmentos, corresponde a 43,0% da área da classe agricultura anual e 2,41% da área total da microbacia o que caracterizou as lavouras mecanizadas substituindo o campo nativo nas áreas de sesmaria.

Para a classe vegetação exótica tem-se o gráfico da Fig. 16 relacionando o percentual da área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.



**FIGURA 16:** Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do arroio Lagoão-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano 1996 de 2001.

Os fragmentos de vegetação exótica possuem área maior que 1 *ha* e menor que 5 *ha*, representando 100,00 % da área total da classe vegetação exótica e 0,32% da área da microbacia do arroio Lagoão-RS.

Os seis fragmentos encontrados para a classe vegetação exótica, microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 2001, estão localizados nas áreas de campos nativos do sistema sesmaria.

Para o conhecimento das transformações ocorridas na paisagem dos diferentes sistemas de acesso a terra na microbacia do arroio Lagoão-RS, a partir das formas de manejo mecanizada e não mecanizada, foi realizado a quantificação de outros aspectos das classes de uso e cobertura da terra, como os índices de forma dos fragmentos.

### 5.3.5 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do arroio Lagoão-RS, período 1966-1996.

O índice de forma médio ( $IF_M$ ) e o índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ), para as classes, mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, microbacia do arroio Lagoão-RS, foram reunidos na Tab. 09.

**TABELA 09:** Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ): Classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1966 e ano 1996.

<i>Classes</i>	1966		1996	
	$IF_M$	$IF_{MPA}$	$IF_M$	$IF_{MPA}$
<i>Mata Nativa</i>	1,66	7,64	1,58	7,45
<i>Agricultura Anual</i>	1,56	1,97	1,34	1,15
<i>Vegetação Exótica</i>			1,25	1,25

A classe mata nativa apresentou no ano de 1966, índice de forma médio de 1,66 e a classe agricultura anual 1,56. Resultados semelhantes para estas classes de uso e cobertura da terra, foram encontrados por Jorge et al. (1997), no estudo da fragmentação de formações florestais e vegetação de cerrado (1,61- classe mata nativa e 1,53- classe agricultura anual).

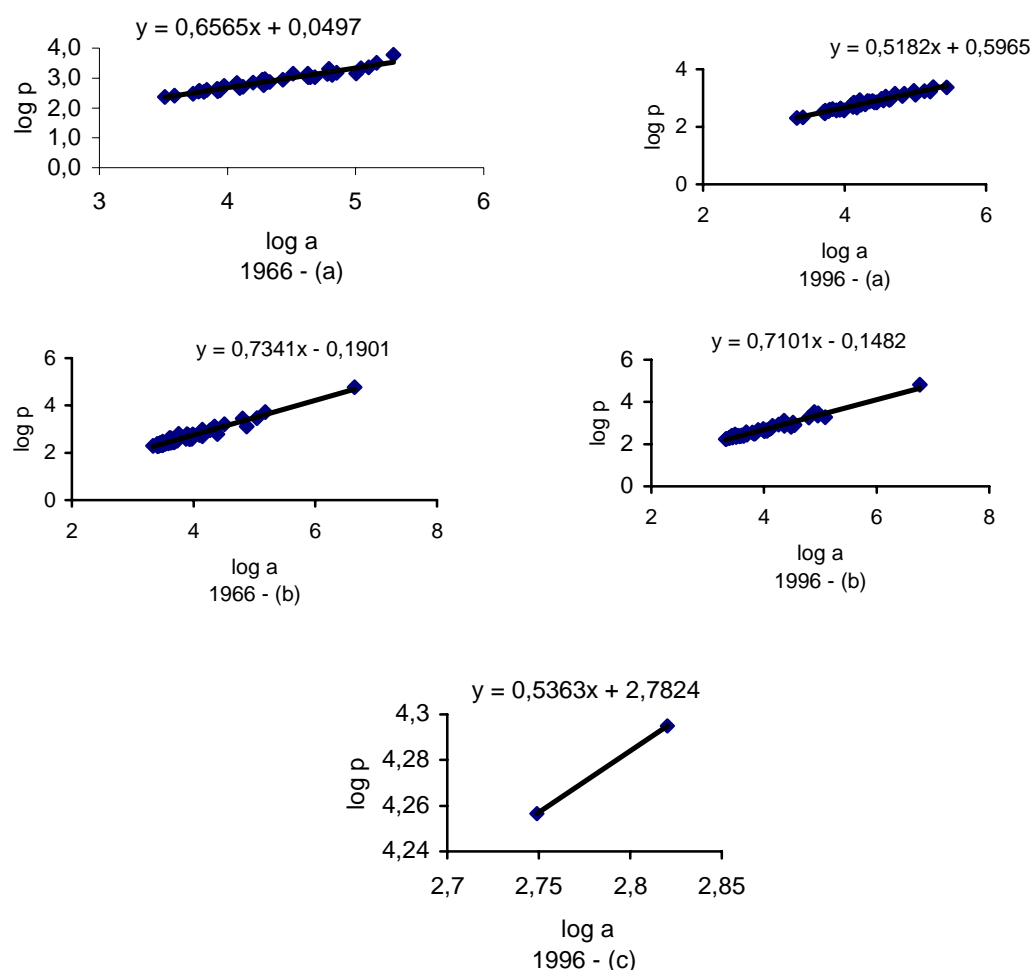
Os fragmentos, classe mata nativa e classe agricultura anual, têm forma irregular, pois se afastam da forma padrão de valor 1. A variação dos valores do índice de forma médio da classe mata nativa e da classe agricultura anual se justifica em decorrência das áreas de lavouras terem arestas em comum com a mata nativa e estarem localizadas em áreas declivosas, com sistema de manejo que utiliza tecnologia rudimentar e emprego de tração animal, característico de agricultura de subsistência. No ano de 1996 os fragmentos de todas as classes apresentaram formas irregulares, e a classe vegetação exótica apresentou a forma de menor irregularidade (1,25).

Para o cálculo do índice de forma média ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) os fragmentos receberam pesos em função do tamanho de sua área, pois neste caso relaciona-se tamanho (área em função da fragmentação) com a forma (complexidade).

O valor do índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para a classe mata nativa e classe agricultura anual são superiores aos observados para o índice de forma médio ( $IF_M$ ). Neste caso indica que os fragmentos de maior área têm forma mais irregular que a média, conforme McGarical (1995). Isso ocorreu em virtude da classe mata nativa apresentar acima de 85% da área da classe com um fragmento de tamanho maior que 20 *ha*, identificado no mapa de uso e cobertura da terra como a mata ciliar. O índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) encontrado para a classe agricultura anual no ano de 1996 foi inferior ao índice de forma médio ( $IF_M$ ), demonstrando que os fragmentos de maior área têm forma mais regular que a média e os fragmentos de lavouras com área menor têm forma mais irregular

que a média. Aqui se evidenciou a influência dos sistemas de manejo (mecanizado e não mecanizado) e da localização das lavouras identificados no mapeamento de uso e cobertura da terra. O índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) encontrado para a classe vegetação exótica foi igual ao índice de forma médio ( $IF_{MPA}$ ) indicando que os fragmentos de vegetação exótica têm forma semelhante à forma média dos fragmentos.

No cálculo do índice de forma na dimensão fractal ( $D$ ) das classes agricultura anual, mata nativa e vegetação exótica foi construída o gráfico da reta de regressão dos valores do logaritmo do perímetro ( $\log p$ ) pelo logaritmo da área ( $\log a$ ) de cada fragmento na Fig. 17.



**FIGURA 17:** Diagrama para o cálculo do índice de forma na dimensão fractal das classes: Agricultura anual (a), classe mata nativa (b) e vegetação exótica (c) da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1966 e 1996.

O valor do índice de forma na dimensão fractal ( $D$ ) de cada classe foi obtido multiplicando-se por 2 o valor do coeficiente angular da reta ajustada de regressão, e os resultados obtidos para as classes foram agrupados na Tab. 10.



**TABELA 10:** Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1966 e 1996.

<i>Classes</i>	<i>Dimensão Fractal (D)</i>	
	<i>1966</i>	<i>1996</i>
<i>Mata nativa</i>	1,47	1,42
<i>Agricultura anual</i>	1,31	1,04
<i>Vegetação exótica</i>	-	1,07

Os valores encontrados para as três classes de uso e cobertura da terra, estão no intervalo de 1 e 2 corroborando com MANDELBROT (1983). O valor estimado para a classe mata nativa foi superior ao encontrado para a classe agricultura anual, o que está também de acordo com a literatura.

No ano de 1966 o valor acentuado da dimensão fractal dos cultivos de agricultura anual, se justifica em função da tecnologia adotada (trabalho braçal e tração animal) e a localização das lavouras (áreas declivosas com arestas comuns com a mata nativa) o que originou margens de lavouras com certo grau de irregularidade.

A classe mata nativa apresentou uma maior complexidade e dimensão fractal que os cultivos anuais embora tenha arestas comuns com as áreas de lavouras, o que evidenciou uma maior diversidade de espécies de vegetais formando o ambiente de margem das manchas de mata nativa.

A classe mata nativa apresentou uma maior complexidade e dimensão fractal que os cultivos agrícolas e vegetação exótica que obtiveram valores muito próximos à unidade, caracterizando a total influência da ação humana sobre a forma dos fragmentos. Isto ficou evidenciado pela sinuosidade das margens dos polígonos formados pelas áreas de mata nativa e o comportamento quase linear das margens dos polígonos formados pelas áreas de cultivos de agricultura anual e vegetação exótica no ano de 1996.

Os índices de forma de cada fragmento de classe (*IF*) bem como os índices de forma na dimensão fractal (*D*) de cada fragmento, ano 1966 e ano 1996, se encontram no apêndice A.

### 5.3.6 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do arroio Lagoão-RS, período de 1996 a 2001.

O índice de forma médio ( $IF_M$ ) e o índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica nos anos de 1996 e 2001 da microbacia do arroio Lagoão-RS, foram reunidos na Tab. 11.

**TABELA 11:** Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ): Classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, microbacia do arroio Lagoão-RS, ano de 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<i>1996</i>		<i>2001</i>	
	<i>IF<sub>M</sub></i>	<i>IF<sub>MPA</sub></i>	<i>IF<sub>M</sub></i>	<i>IF<sub>MPA</sub></i>
<i>Mata Nativa</i>	1,58	7,45	2,14	3,30
<i>Agricultura Anual</i>	1,34	1,15	1,33	1,09
<i>Vegetação Exótica</i>	1,25	1,25	1,24	1,24

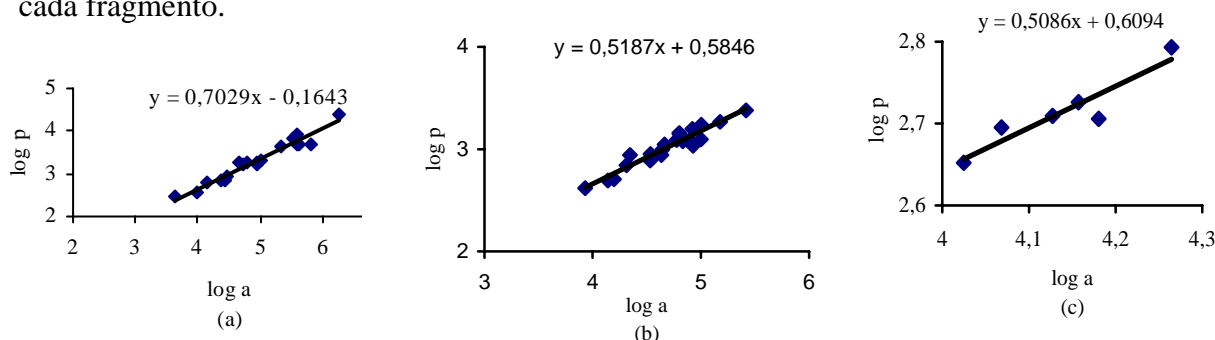
No período analisado, para a classe agricultura anual o índice de forma médio ( $IF_M$ ) praticamente não se alterou. A variação do índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) foi consequência do sistema de manejo utilizado nas lavouras, principalmente nas áreas de sesmarias que tiveram aumento das áreas mecanizadas, determinando a diminuição da complexidade dos fragmentos maiores que a forma média, com polígonos de formas mais regulares e, os fragmentos de lavouras de menor área com forma mais irregular que a média, como as lavouras não mecanizadas encontradas principalmente nas áreas dos lotes coloniais.

Para a classe mata nativa, o índice de forma médio ponderado pela área diminuiu de valor em função do aumento do índice de forma médio, indicando que os maiores fragmentos de mata nativa, formados pelas matas ciliares, existentes nas áreas dos dois sistemas de acesso a terra sesmaria e colonial tiveram forma mais irregular que a média.

O índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) encontrado para a classe vegetação exótica foi igual ao índice de forma médio ( $IF_M$ ) indicando que os fragmentos de vegetação exótica têm forma semelhante à média.

No cálculo do índice de forma obtido pela dimensão fractal (D) das classes: mata nativa (a), agricultura anual (b) e vegetação exótica (c), ano de 2001, foram construídos os gráficos

(Fig. 18) da reta de regressão dos valores do logaritmo do perímetro pelo logaritmo da área de cada fragmento.



**FIGURA 18:** Diagrama do índice de forma na dimensão fractal das classes: Mata nativa-a, agricultura anual-b e vegetação exótica-c na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 2001.

O valor do índice de forma da dimensão fractal ( $D$ ) de cada classe foi obtido multiplicando-se por dois o coeficiente angular da reta de regressão e o resultado para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica da microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 2001 e do ano de 1996 foram agrupados na Tab. 12.

**TABELA 12:** Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do arroio Lagoão-RS, ano 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<i>Dimensão Fractal (D)</i>	
	<i>1996</i>	<i>2001</i>
<i>Mata nativa</i>	1,42	1,41
<i>Agricultura anual</i>	1,04	1,04
<i>Vegetação exótica</i>	1,07	1,02

A classe mata nativa em relação às outras classes apresentou uma maior complexidade, e dimensão fractal característica das formas geométricas encontradas na natureza.

A classe agricultura anual não alterou o valor do índice de forma obtido na dimensão fractal ( $D$ ), isto ocorreu pela manutenção do sistema de manejo mecanizado das lavouras que determinaram fragmentos com formas geométricas mais regulares, nas áreas localizadas no sistema de sesmarias. Na classe vegetação exótica a alteração não foi significativa, não sendo possível uma melhor análise em função do espaço de tempo ser pequeno (5 anos).

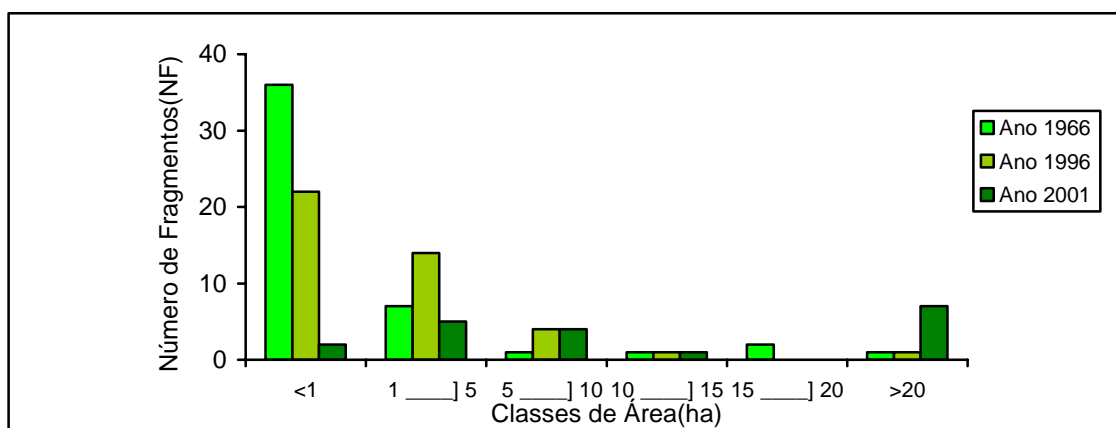
O índice de forma ( $IF$ ) e o índice de forma na dimensão fractal ( $D$ ) de cada fragmento, ano 2001, se encontram no apêndice A.

### 5.3.7 Evolução temporal dos índices descritores da paisagem na microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos, 1966-2001.

Na análise da evolução temporal da paisagem natural da microbacia hidrográfica do arroio Lagoão- RS no período de 35 anos considerou-se a evolução temporal dos índices descritores da paisagem das classes.

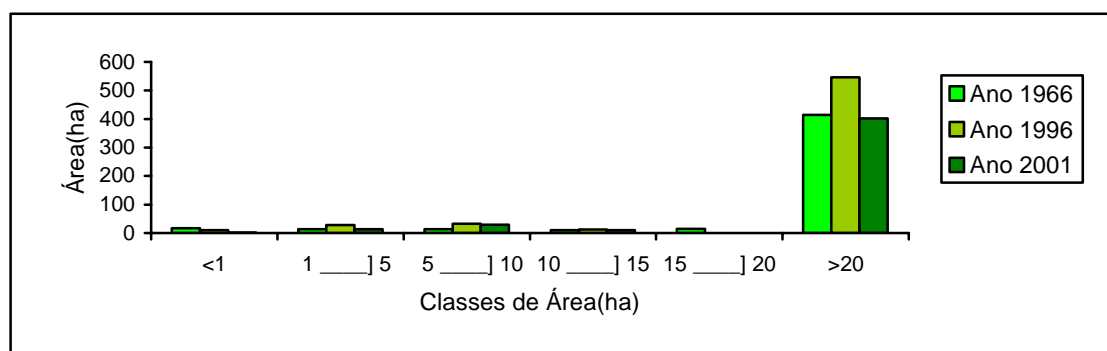
O índice de área da classe pastagem nativa, matriz da paisagem da microbacia do arroio Lagoão-RS, obteve pouca variação (1927,23 *ha* – 1944,19 *ha*), aumentando no período.

Na microbacia no período de 35 anos, classe mata nativa, o índice de área obteve pouca variação (481,38 *ha* – 456,59 *ha* ), o número de fragmentos diminuiu (48 frag. – 19 frag), a densidade de fragmentos diminuiu (1,88 *frag/100 ha* – 0,74 *frag/100 ha*), o tamanho médio dos fragmentos aumentou significativamente (10,02 *ha* – 24,03 *ha*), o índice de forma médio aumentou (1,66 – 2,14) e o índice de forma na dimensão fractal diminuiu (1,47-1,41). A evolução temporal do número de fragmentos por classe de área pode ser observada na Fig. 19.



**FIGURA 19:** Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS, no período de 35 anos.

Na análise da evolução do número de fragmentos da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS constatou-se que no ano de 1966 o número de fragmentos com área menor que 5 *ha* era de 43 e passou no final do período analisado, ano de 2001 para 7 fragmentos, indicando a derrubada dos pequenos capões de mata nativa e a regeneração natural aumentando a área de alguns fragmentos. Esta dinâmica nos fragmentos também foi observada pela evolução temporal do índice de área da classe mata nativa na Fig. 20.



**FIGURA 20:** Evolução temporal do índice de área da classe mata nativa da microbacia do arroio Lagoão-RS, no período de 35 anos.

Observando o gráfico da Fig. 20 e o mapeamento de uso e cobertura da terra, neste período o desmatamento da mata ciliar ocorreu nas classes de 10 *ha* a 20 *ha* nas áreas de sesmaria e de lotes coloniais, e o desmatamento dos capões ocorreu nas classes menores que 5 *ha*, áreas de sesmarias.

No caso da regeneração, esta foi maior nas classes de 5 *ha* a 10 *ha* e maiores que 20 *ha*, identificadas como as manchas que compõem os corredores de mata ciliar localizados nas áreas do sistema de sesmarias da microbacia do arroio Lagoão-RS.

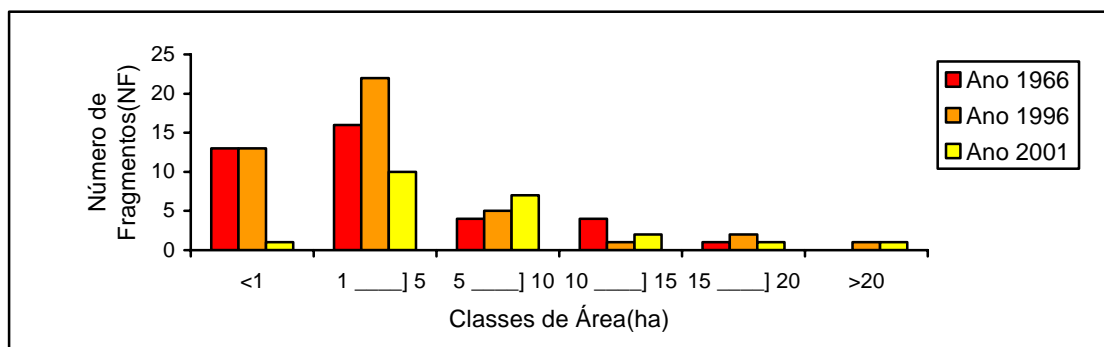
Neste período a classe mata nativa apresentou um decréscimo no valor do índice de forma obtido pela dimensão fractal demonstrando o grau de intervenção humana nesta classe, o que influenciou na complexidade da formação das manchas de vegetação nativa oriundas de desmatamentos ocorridos na mata ciliar e pela extinção de capões de mata.

Assim sendo os índices descritores dos fragmentos de paisagem da classe mata nativa no período de 35 anos demonstraram que ocorreu uma diminuição do número e da densidade de fragmentos com aumento do tamanho médio, e diminuição dos índices de forma. Isto significou uma diminuição da complexidade dos fragmentos, tornando a vegetação mais homogênea, pela exploração da mata nativa com retirada de espécies de valor econômico, com posterior recomposição florestal por vegetação secundária.

Para a classe agricultura anual da microbacia, o índice de área estimado praticamente não se alterou (143,8 *ha* para 143,3 *ha*), o número de fragmentos diminuiu de 38 para 22 fragmentos, a densidade de fragmentos diminuiu de 1,48 *frag/100 ha* para 0,86 *frag/100 ha*, o tamanho médio dos fragmentos aumentou (3,78 *ha* – 6,51 *ha*), o índice de forma diminuiu de 1,56 para 1,33 e o índice de forma na dimensão fractal diminuiu de 1,31 para 1,04.

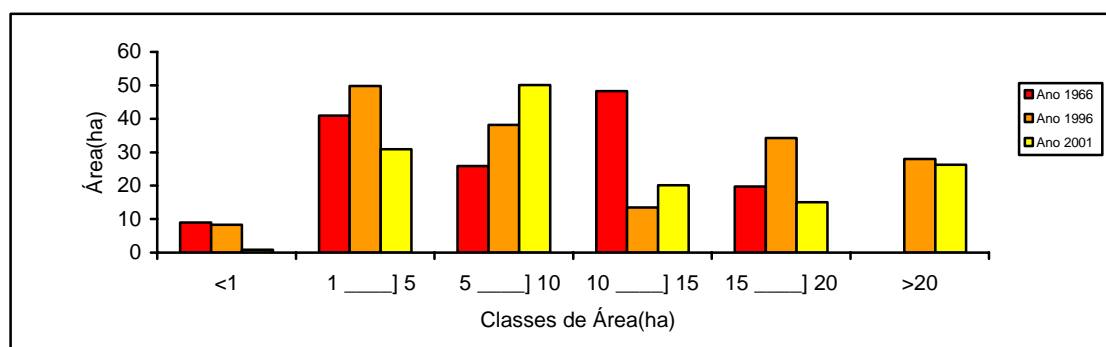
A classe agricultura anual apresentou baixos índices de forma e complexidade, significando a ação humana sobre essas áreas, porém apresentou um aumento do tamanho médio dos fragmentos e densidade dos fragmentos por área, com diminuição do número de

fragmentos, podendo significar uma fragmentação maior em função do aumento de lavouras mecanizadas, ocupadas por monocultura em áreas dominadas pelo sistema de sesmarias, em detrimento da lavoura de subsistência observada nos lotes coloniais. A evolução temporal do número de fragmentos da classe agricultura anual pode ser observado na Fig. 21



**FIGURA 21:** Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos.

Na análise da evolução do número de fragmentos da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS constatou-se que no ano de 1966 o número de fragmentos com área menor que 10 ha era de 33 e passou no final do período analisado de 35 anos para 18 fragmentos. Isto ocorreu em virtude da diminuição do número de lavouras de subsistência não mecanizadas nas áreas de lotes coloniais, substituídas pelo cultivo de fumo e o aumento de áreas de lavouras mecanizadas nas áreas de sesmaria, pelo cultivo do milho e cana de açúcar. Nas áreas de classes maiores que 10 ha ocorreu uma migração para classes maiores, em função da mecanização da lavoura de soja nas áreas oriundas do sistema de sesmaria. Isto se evidenciou na classe de agricultura maior que 20 ha que não existia em 1966 e no ano de 1996 começou a surgir. Esta dinâmica nos fragmentos de agricultura anual também foi observada pela evolução temporal do índice de área da classe agricultura anual na Fig. 22.



**FIGURA 22:** Evolução temporal do índice de área da classe agricultura anual da microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos.

Pela Fig. 22 no início do período as lavouras menores que 10 *ha* ocupava 75,78*ha* e no ano de 2001 passaram ocupar 81,83 *ha*, isto ocorreu principalmente em função da mudança no tipo de cultivo, como o incremento da lavoura de fumo nas áreas de lotes coloniais.

Os fragmentos com áreas maiores que 10 *ha* que no ano de 1966 ocupavam 68,04 *ha*, passaram a ocupar 61,47 *ha* no ano de 2001. Embora neste período ocorresse uma diminuição da área das classes, a diminuição do número de fragmentos determinou lavouras de maior área em decorrência do incremento nas lavouras mecanizadas de milho e soja nas áreas do sistema de sesmaria. Isto também foi evidenciado pelo decréscimo no valor da dimensão fractal (1,31; 1,04) encontrado para esta classe, demonstrando a alteração do sistema de manejo das lavouras utilizados nesta microbacia que passou da forma não mecanizada e forma mecanizada corroborando com a literatura de Mandelbrot, na qual formas oriundas de ação antrópica têm dimensão euclidiana e formas oriundas da natureza têm dimensão fractal.

Quanto à classe vegetação exótica o número de fragmentos passou de 0 fragmento para 6 fragmentos, a área aumentou de 3,77 *ha* para 8,36 *ha*, a densidade de fragmentos aumentou de 0,08 *frag/100 ha* para 0,24 *frag/100 ha*, o índice de forma diminuiu de 1,25 para 1,24 e o índice de forma da dimensão fractal diminuiu de 1,07 para 1,02.

Ocorreu um aumento de área da classe, do número e densidade dos fragmentos, porém o tamanho médio aumentou até 1996 e posteriormente diminuiu em 2001. Isto significou que esta classe de vegetação passou a ser implantada após 1966 e em 2001 ocorreu uma distribuição dos fragmentos da classe em fragmentos menores e menos complexos distribuídos na microbacia.

Em relação à evolução temporal do número e classes de áreas de fragmentos da classe vegetação exótica da microbacia do arroio Lagoão –RS foi constatado que no ano de 1966 não existia fragmentos desta classe e que no ano de 1996 e no ano de 2001 identificou-se que 100% do número de fragmentos desta classe encontravam-se na classe de área de 1 *ha* a 5 *ha*.

A classe vegetação exótica está representada pela espécie *eucaliptus sp*, plantada junto às sedes das propriedades, para substituição da mata nativa como suprimento de madeira nas áreas de sesmaria.

#### **5.4 Aspectos socioculturais e manejo da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.**

Após percorrer de maneira dinâmica a história do povoamento e da colonização do Rio Grande do Sul, onde se procurou identificar especificamente as mudanças ocorridas na paisagem da região da Unidade Pampa Gaúcho, foi possível chegar aos seguintes resultados:

No Rio Grande do Sul segundo Medeiros (2004), a região do alto Uruguai foi o palco da grande abertura para o caminho da reforma agrária brasileira, através do sistema de lotes coloniais vendidos para imigrantes. Esses colonos que lá chegaram, final do século XIX e princípio do século XX, quando da modernização da agricultura e a soja ocupou seu espaço de sobrevivência, procuraram novas alternativas, como partir para outras áreas como o caso dos lotes coloniais e do assentamento Bela Vista localizado no município de Jarí-RS, região centro-oeste do Estado, microbacia do lajeado Tamboretã-RS, local de estudo dessa pesquisa.

Além desses assentados, também compõem o assentamento Bela Vista implantado no ano de 1986, pessoas que perderam o emprego advindas do meio rural e do meio urbano de outras regiões e de outros estados, com diferentes objetivos.

O que diferencia os assentados de reforma agrária são suas ambições, sua história, sua cultura, pois enquanto para alguns é suficiente ter a terra para produzir e assim sobreviver, para outros é forte a necessidade de produzir para se integrar ao mercado, pois entendem que é dessa forma que poderão ter acesso a uma melhor qualidade de vida.

Esses dados refletiram no manejo da terra nos lotes coloniais, pois os lotes coloniais localizados nessa microbacia são originários de terras devolutas do Estado, localizadas em áreas declivosas de mata nativa, mas também em áreas de campos nativos que determinou a exploração da terra com pecuária de leite e lavouras não mecanizadas e mecanizadas.

Enquanto no assentamento de reforma agrária, alguns assentados praticam a agricultura familiar de subsistência com pequenas áreas de cultivo, praticamente sem emprego de capital no manejo, melhoramento e conservação das terras e da lavoura, não mecanizada com emprego de mão de obra familiar, caracterizando um baixo nível tecnológico. Outros assentados na sua maioria arrendam ou sub-arrendam seus lotes aonde é empregado um manejo com nível tecnológico médio caracterizado por lavouras de monoculturas mecanizadas, com modesta aplicação de capital, de resultados de pesquisa de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras.

Essas diferenças entre os assentados foram identificadas através do levantamento de campo realizado no assentamento Bela Vista e nos lotes coloniais localizados na microbacia.



## 5.5 Pesquisa de campo na microbacia do lajeado Tamboretã: sistemas de lotes coloniais e assentamento de reforma agrária.

### 5.5.1 Situação fundiária.

Cronologicamente a microbacia do lajeado Tamboretã-RS era composta de:

- No ano de 1966, a área da microbacia do lajeado Tamboretã-RS se dividia em lotes coloniais e grandes propriedades com dimensões semelhantes às encontradas na microbacia do arroio Lagoão-RS, Tab. 02.

- No ano de 1986, ainda se conservaram as pequenas propriedades originadas do sistema colonial e as grandes propriedades foram desapropriadas para o programa da reforma agrária originando o assentamento Bela Vista implantado com 31 famílias (INCRA, 1986).

- No ano de 2006 as dimensões das pequenas propriedades originadas do sistema colonial totalizaram uma área de 431 *ha*, representando 41,38% da área da microbacia, que permaneceram inalteradas, e a área do assentamento contida na microbacia totalizou uma área de 610,62 *ha*, representando 58,62 % da área da microbacia, que continuou fragmentada em pequenas propriedades. Atualmente muitas das propriedades do assentamento (aproximadamente 70%) tiveram suas áreas arrendadas, sub-arrendadas ou possuem contratos particular de compra e venda.

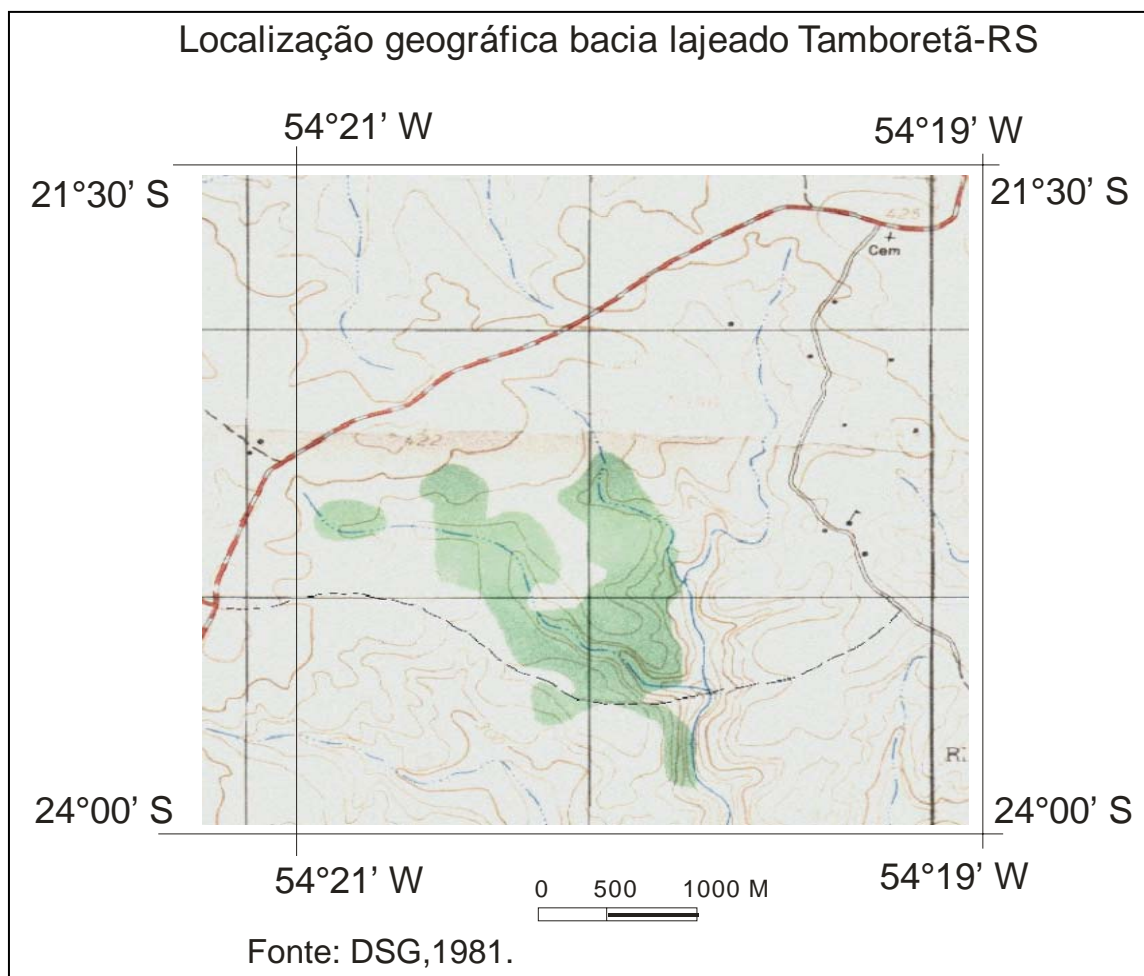
O intervalo de variação do tamanho das propriedades observadas nos dois sistemas, colônia e assentamento (área que era do sistema sesmaria), constam no QUADRO 04.

**QUADRO 04:** Sistemas fundiários existentes na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 2006.

<i>Sistema Fundiário</i>	<i>Tamanho da propriedade</i>	<i>Área (ha)</i>
Colonial	pequenas	5-30
Assentamento da reforma agrária	pequenas	25-30

### 5.5.2 Localização geográfica das propriedades.

Foi observado a campo que as propriedades do sistema de assentamento de reforma agrária estão localizadas em áreas altas, com baixa declividade, recobertas por campos nativos entremeados de mata ciliar. O mesmo acontecendo com o sistema de acesso a terra dos lotes coloniais existentes na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, Fig. 23.



**FIGURA 23:** Localização geográfica das áreas de lotes coloniais e assentamento de reforma agrária na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.

### 5.5.3 Características da população.

Os atuais proprietários de áreas que compõem a microbacia do lajeado Tamboretã-RS são:

- Áreas dos lotes coloniais: os lotes que foram inicialmente povoados por imigrantes de origem Italiana e Alemã, atualmente são ocupados pelos descendentes dos imigrantes que ainda permanecem na região, conforme dados levantados a campo e junto ao IBGE.

- Áreas dos lotes de assentamento: Os assentados da reforma agrária eram das mais diversas origens e vindos de diferentes pontos do Estado e de Estados vizinhos, sendo que os atuais proprietários dos lotes de assentamento são também de origens diversas.

#### 5.5.4 Aspectos sócio-econômicos das propriedades.

Para identificar as características sócio-econômicas das propriedades dos dois sistemas de acesso a terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, foram levantados dados referentes as principais atividades de exploração da propriedade, tecnologia utilizada e sistema de comercialização, que foram reunidos no QUADRO 05.

**QUADRO 05:** Principais atividades desenvolvidas nas propriedades e tecnologia adotada pelos proprietários - Microbacia lajeado Tamboretã-RS, ano 2006.

<i>Sistema</i>	<i>Principais atividades de exploração</i>	<i>Tecnologia utilizada</i>	<i>Sistema de comercialização</i>
Colonial	Exploração diversificada com pequenas criações (aves e suínos) para consumo interno e cultivo do fumo, milho, feijão.	- Agricultura: Não mecanizada (tecnologia rudimentar) através da utilização de tração animal: bois e cavalos.	-Produção do fumo comercializada junto às indústrias fumageiras.
Assentamento da reforma agrária	-Agricultura de subsistência: milho, fumo e feijão; - Últimos cinco anos: 90% das propriedades utilizam a propriedade com o cultivo da monocultura da soja.	- Agricultura: Não mecanizada (tecnologia rudimentar) através da utilização de tração animal: bois e cavalos; -Agricultura mecanizada	-Produção comercializada junto às cooperativas agropecuárias da região.

O uso atual da terra nas propriedades dos assentados pode ser observado nas fotografias da Fig. 24.

## Uso e cobertura da terra no Assentamento de Reforma agrária



Fonte: Bolzan, 2006.

**FIGURA 24:** Uso da terra do assentamento de reforma agrária Bela Vista: AA- agricultura anual, VE- vegetação exótica, C- capão de mato, CA- casa de assentado, MN- mata nativa, ano 2006.

Na fotografia (c), temos uma vista parcial do galpão utilizado para secagem do fumo e ao fundo uma residência junto à mata nativa. Na fotografia (a) e (b) se observa áreas de lavoura de soja com fragmentos de mata nativa e vegetação exótica.

Para melhor elucidação e conhecimento das áreas do assentamento foram levantadas as características do solo de toda a área (973 *ha*) do assentamento Bela Vista, INCRA (1986).

A área do assentamento é constituída de 38% de solos latossolo vermelho escuro, 44,2% brunizém avermelhado, 14,4% litólico eutrófico e 3,4% afloramentos rochosos.

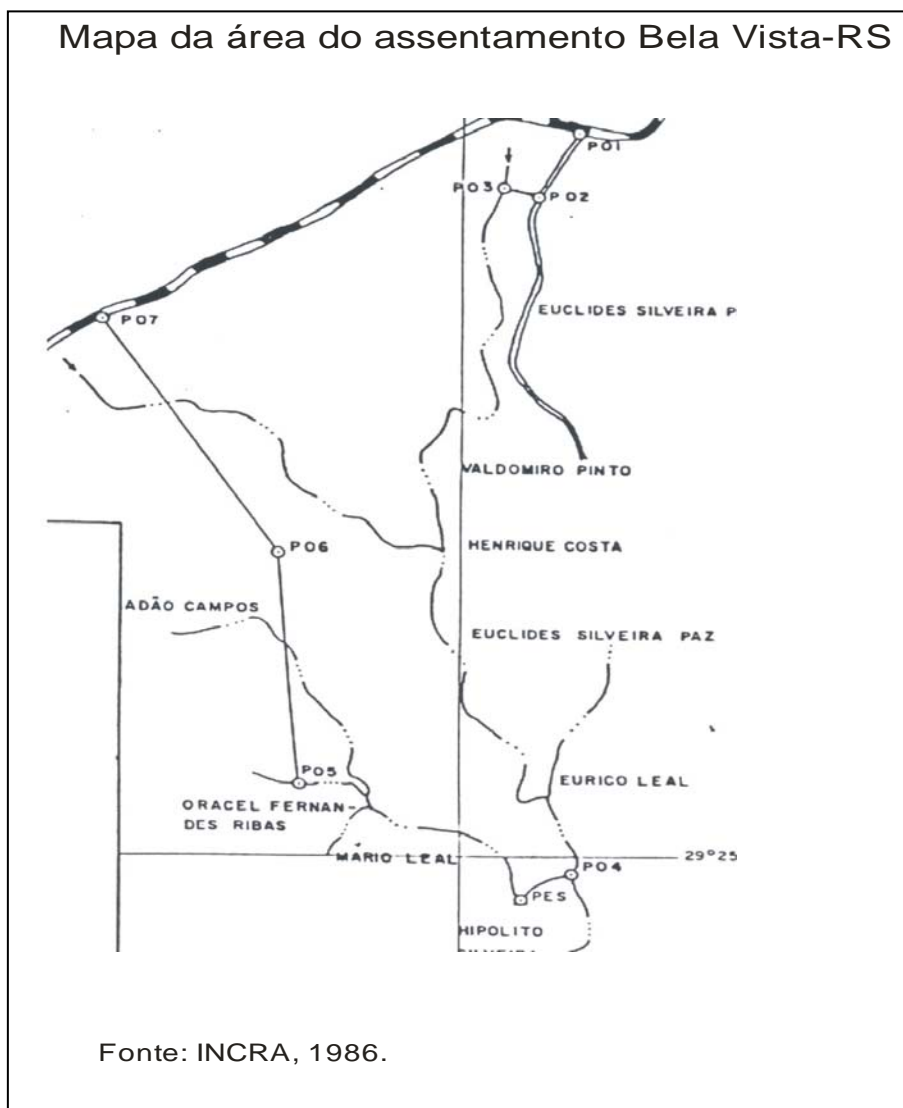
As classes de capacidade de uso do solo do assentamento Bela Vista, foram reunidas no QUADRO 06:

**QUADRO 06:** Capacidade de uso do solo no assentamento Bela Vista-RS.

<i>Classes</i>	<i>Área/ha</i>	<i>%</i>	<i>Características</i>	<i>Limitações</i>
III	386	39,7	Própria para culturas anuais com práticas intensivas e motomecanizadas.	Ligeiras: quanto aos processos erosivos e aos níveis de fertilidade.
IV	456	46,9	Própria para culturas anuais ou permanentes; férteis e altamente produtivas.	Fortes: quanto ao uso de motomecanização.
VI	131	13,4	Próprias para culturas permanentes; preservação florestal.	Limitantes: quanto ao uso de motomecanização.
Total	973	100	-	-

Fonte: INCRA,1986.

Estas classes e as características de solo estão contempladas na área do assentamento que faz parte da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, Fig. 25.

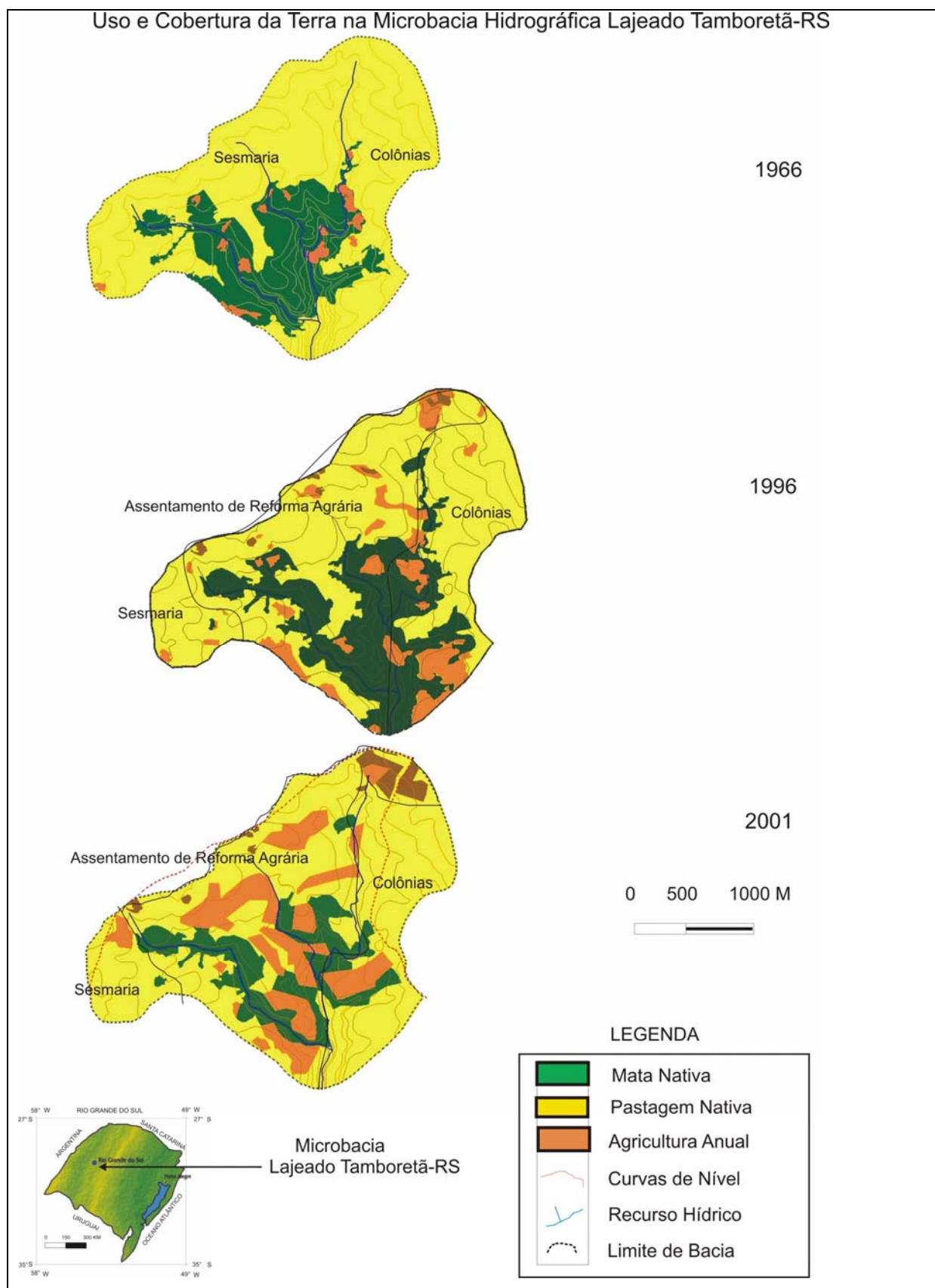


**FIGURA 25:** Mapa do assentamento da reforma agrária Bela Vista-RS.

### 5.6 Descrição da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS.

A estrutura da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS no período analisado de 35 anos foi composta basicamente por quatro classes de uso e cobertura da terra: mata nativa, pastagem nativa, agricultura anual e vegetação exótica. Esta microbacia representou os sistemas de acesso à terra de lotes coloniais e assentamento da reforma agrária (antiga área de sesmaria) e foi descrita através do mapeamento do uso e cobertura da terra dos anos de 1966, 1996 e 2001, Fig. 26.





**FIGURA 26:** Mapas de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS: Anos 1966, 1996 e 2001.

### **5.6.1 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1966 a 1996 na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.**

Neste período de 30 anos a microbacia do lajeado Tamboretã-RS tinha sua área predominantemente ocupada por pastagem nativa, identificada como elemento matriz da paisagem. Esta classe foi que determinou uma maior conectividade e maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas encontrados como a mata nativa, os recursos hídricos e a agricultura anual.

As faixas de mata ciliar e os recursos hídricos, encontrados nas áreas de colônias e do assentamento (anteriormente área de sesmaria), foram os elementos considerados corredores da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS devido permitirem maior movimento e intercâmbio genético entre os animais e as plantas, contribuindo no aumento e dispersão das espécies arbóreas. Os capões de mata nativa foram encontrados somente nas áreas de colônias.

Como mancha de perturbação, causando uma mudança significativa no padrão natural da paisagem da microbacia, ano 1966, identificou-se os cultivos agrícolas nas antigas áreas de sesmaria (a partir de 1986, área de assentamento) e áreas de colônias.

As alterações na paisagem natural da microbacia do lajeado Tamboretã-RS foram neste período decorrente principalmente do aumento de manchas de perturbação da classe agricultura anual, em áreas de sesmaria (posteriormente assentamento de reforma agrária) e áreas de colônias, e pelo surgimento de manchas de vegetação exótica (ano 1996) nas áreas de assentamento.

Os desmatamentos da vegetação junto aos fragmentos de mata ciliar, nas áreas de assentamento e de colônia, originaram uma diminuição da área da classe mata nativa, que coincidiu com o aumento de áreas de agricultura anual. Os elementos formadores da estrutura da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS no período de 1966 a 1996, foram agrupados em classes de uso e cobertura da terra, sendo que na classe mata nativa foram inseridos os capões florestais e a mata ciliar, conforme Tab 13.



**TABELA 13:** Classes de uso e cobertura da terra com respectivas áreas- Microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e ano 1996.

<i>Classes</i>	<i>1966</i>		<i>1996</i>	
	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
<i>Pastagem Nativa</i>	687,90	66,04	632,22	60,69
<i>Mata Nativa</i>	334,53	32,12	300,68	28,87
<i>Agricultura Anual</i>	19,19	1,84	100,00	9,60
<i>Vegetação Exótica</i>			8,70	0,84
<b><i>Total</i></b>	1041,62	100,00	1041,62	100,00

Os dados da Tab. 13 demonstram que a classe pastagem nativa com um percentual de 66,04 % no ano de 1966 e 60,69% no ano de 1996 ocupou a maior área da paisagem, portanto matriz da paisagem natural da microbacia deste período. Este resultado corrobora com dados de pesquisas que informam ser a maior parte da área do Pampa Gaúcho (66%) ocupada com pastagem nativa.

Neste período, 1966-1996, a área da classe mata nativa em relação à área da microbacia apresentou uma redução de 3,25% passando de 32,12% para 28,87%; a área da classe agricultura anual apresentou um aumento de 7,76%, passando de 1,84% para 9,90% e a classe vegetação exótica passou de um percentual de área de 0,00% para 0,84%.

### **5.6.2 Elementos da paisagem identificados através das classes de uso e cobertura da terra no período de 1996 a 2001 na microbacia do lajeado Tamboretã-RS.**

A matriz da paisagem neste período de 5 anos continuou sendo a classe pastagem nativa. As faixas de mata ciliar, os recursos hídricos, elementos considerados corredores da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, e os capões de mata nativa foram encontrados nas áreas de assentamento e de lotes coloniais.

Como manchas de perturbação, causando mudança significativa no padrão natural da paisagem no ano de 2001, foram identificadas, os cultivos agrícolas localizados nas áreas de colônias e de assentamento e as manchas de reflorestamentos nas áreas de assentamento.

A classe mata nativa sofreu redução de área, devido à supressão de 08 capões que existiam no ano de 1996 e o desmatamento de parte da mata ciliar, grande parte nas áreas do assentamento de reforma agrária. Essa supressão foi originada pela exploração da mata para consumo de madeira nas propriedades, cujas áreas foram substituídas por cultivos agrícolas anuais.

O aumento da área da classe agricultura anual ocorreu principalmente nas áreas do assentamento de reforma agrária, pela substituição da mata nativa e das áreas de campo nativo por lavouras agrícolas.

Os elementos formadores da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no ano de 1996 e 2001 foram distribuídos em quatro classes de uso e cobertura da terra, sendo que na classe mata nativa foram inseridos os capões mata nativa e a mata ciliar e na classe vegetação exótica os reflorestamentos de eucaliptos, conforme Tab 14.

**TABELA 14:** Classes de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no ano de 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<i>1996</i>		<i>2001</i>	
	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
<i>Pastagem Nativa</i>	632,22	60,69	671,91	64,51
<i>Mata Nativa</i>	300,68	28,87	163,49	15,69
<i>Agricultura Anual</i>	100,00	9,60	178,95	17,18
<i>Vegetação Exótica</i>	8,70	0,84	27,27	2,62
<b><i>Total</i></b>	1041,62	100,00	1041,62	100,00

No período de 5 anos a classe pastagem nativa com maior área, portanto matriz da paisagem natural da microbacia, sofreu um acréscimo de 3,82 % em sua área passando de 60,69% no ano de 1996 para 64,51% no ano de 2001. Este acréscimo da área de pastagem nativa foi devido ao decréscimo da área (mata nativa – 13,18%) de corredores (mata ciliar) e capões de mata, que foram substituídas por espécies oriundas do campo nativo. No final do período muitas áreas de mata nativa foram substituídas por manchas perturbadoras, fatos observados pelo acréscimo nas áreas de manchas perturbadoras (cultivos agrícolas 7,58%) e área de manchas de reflorestamentos (1,78%).

### 5.6.3 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1966-1996.

A descrição quantitativa da estrutura da paisagem a partir dos índices de área, densidade e variabilidade métrica, são dados importantes para a determinação da fragmentação e complexidade da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS obtida através do mapeamento elaborado com fotografias aéreas de 1966 e 1996.

Sendo assim, os resultados encontrados para o número ( $N_F$ ) e densidade de fragmentos ( $DF/100ha$ ), das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica identificadas nos anos de 1966 e 1996 na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, foram agrupados na Tab. 15.

**TABELA 15:** Número e densidade dos fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano de 1966 e ano 1996.

<i>Classes</i>	<i>Ano 1966</i>		<i>Ano 1996</i>	
	<i>Número fragmentos (<math>N_F</math>)</i>	<i>Densidade fragmentos (<math>D_F/100 ha</math>)</i>	<i>Número fragmentos (<math>N_F</math>)</i>	<i>Densidade fragmentos (<math>D_F/100 ha</math>)</i>
<i>Mata nativa</i>	13	1,25	10	0,96
<i>Agricultura anual</i>	15	1,44	28	2,69
<i>Vegetação exótica</i>	-	-	8	0,77
<b><i>Total</i></b>	28		46	

Durante o período analisado a classe agricultura anual foi a que apresentou maior número de fragmentos, possuindo 15 fragmentos no ano de 1966 e 28 fragmentos no ano de 2001 sendo, portanto a classe mais fragmentada, como pode ser verificada pela densidade de fragmentos. O aumento da densidade dos fragmentos da classe agricultura anual no período passando de 1,44/100 *ha* para 2,69/100 *ha*, foi decorrente do aumento do número de lavouras nas áreas do assentamento em locais onde no ano de 1966 era coberto pela classe mata nativa e pastagem nativa.

No ano de 1996, parte da área de pastagem nativa foi substituída por fragmentos (08) da classe vegetação exótica que se situam conforme o mapa das classes de uso e cobertura da

terra do lajeado Tamboretã-RS, nas áreas do assentamento de reforma agrária (anteriormente áreas de sesmaria).

No período de 30 anos (1966-1996) os processos de destruição e de regeneração das manchas, o surgimento da classe vegetação exótica, pelo plantio de fragmentos de reflorestamento, o desmatamento da mata nativa e os distúrbios ocasionados pelo aumento da área e do número de fragmentos de cultivos agrícolas anuais, ocasionaram uma alteração significativa na paisagem natural da microbacia do lajeado Tamboretã-RS.

Conforme o item 4.2.4 da metodologia a variabilidade métrica dos fragmentos no período de 30 anos, foi obtida através do tamanho médio dos fragmentos das classes ( $T_{MF}$ ), seus desvios padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficientes de variação ( $CV_{TMF}$ ), que consta na Tab. 16.

**TABELA 16:** Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), Desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TMF}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e ano 1996.

<i>Classes</i>	<b>1966</b>			<b>1996</b>		
	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coeficiente variação (%)</i>	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coeficiente variação (%)</i>
<i>Mata nativa</i>	25,73	42,31	164,43	30,01	5,49	18,29
<i>Agricultura anual</i>	1,28	0,88	68,75	3,57	3,37	94,39
<i>Vegetação exótica</i>	-	-	-	1,09	6,54	600,00

Pela Tab. 16 das duas classes de uso e cobertura da terra encontrada no ano de 1966, a classe agricultura anual foi a que apresentou menor desvio padrão (0,88 ha), com um coeficiente de variação de 68,75% em relação ao tamanho médio de 1,28 ha, em relação à classe mata nativa que apresentou um desvio padrão maior (42,31 ha) com coeficiente de variação de 164,43% em relação ao tamanho médio de 25,73 ha.

Assim sendo, no início do período analisado (ano 1966) a classe mata nativa com maior desvio padrão demonstrou que o tamanho dos fragmentos de vegetação variaram mais em relação ao tamanho médio da classe do que o tamanho das lavouras anuais, que tiveram uma maior uniformidade de área, dados confirmados pelo coeficiente de variação do tamanho médio. Isto se justifica já que neste ano tem-se ainda preservada na classe mata nativa os fragmentos de capões de mato com diferentes tamanhos e a mata ciliar que constituiu uma mancha de tamanho maior. No caso da agricultura anual constatou-se o tipo de manejo dos

cultivos anuais que se caracterizavam por lavouras de subsistência, com mesmo padrão no tamanho e sem mecanização.

Lembrando que a classe agricultura anual no ano de 1966 ocupava 1,84% da área total da microbacia lajeado Tamboretã - RS, sendo ocupado pelos fragmentos menores que 10 *ha*. e os fragmentos menores que 10 *ha*, representando 100% do número de fragmentos, estão inseridos em 100% da área da classe agricultura anual. Isto caracteriza que nas áreas coloniais e nas sesmarias (atual assentamento) as lavouras eram não mecanizadas e localizadas em áreas anteriormente de mata nativa.

A classe mata nativa no ano de 1966 ocupava 32,12% da área total da microbacia lajeado Tamboretã - RS, sendo que deste percentual 1,28% da área da microbacia era ocupado pelos fragmentos menores que 5 *ha*.

No ano de 1996 a classe agricultura anual apresentou um desvio padrão baixo (3,37 *ha*) com um coeficiente de variação de 94,39 % em relação ao tamanho médio de 3,57 *ha*, enquanto a classe mata nativa apresentou um desvio padrão maior (5,49 *ha*) com coeficiente de variação de 18,29 % em relação ao tamanho médio de 30,01 *ha*.

O tamanho médio dos fragmentos mostrou que é na classe mata nativa que se encontram os maiores fragmentos e os menores são na classe vegetação exótica. O desvio padrão e o coeficiente de variação da classe mata nativa diminuíram neste ano, o que significou uma menor variação do tamanho dos fragmentos em relação à média. Isto caracterizou, conforme os mapas de uso e cobertura da terra, o início da derrubada dos capões (2) com área menor que um *ha* e a exploração da mata ciliar. Por outro lado em relação à classe agricultura anual ocorreu o inverso à variação no tamanho das lavouras aumentou com o surgimento de lavouras de maiores tamanhos, identificadas como as lavouras mecanizadas. Isto pode ser observado também no mapa das classes de uso e cobertura da terra, 1996, onde se visualiza a variação no tamanho dos fragmentos de agricultura anual, vegetação exótica e mata nativa.

Em relação à área de cada fragmento das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, anos 1966 e 1996, os resultados foram reunidos no apêndice B.

Para melhor avaliar a estrutura de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 1966-1996, tem-se na Tab.17 a distribuição dos fragmentos nas classes de área.

**TABELA 17:** Numero de fragmentos ( $N_F$ ) das classes mata nativa e agricultura anual por classe de área na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966.

<i>Classes de área (há)</i>	<b>1966</b>				<b>1996</b>					
	<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Vegetação exótica</i>	
	$N_F$	%	$N_F$	%	$N_F$	%	$N_F$	%	$N_F$	%
<1	6	46,16	10	66,67	4	40,00	10	35,71	5	62,00
1 ———] 5	4	30,77	5	33,33	4	40,00	12	42,86	3	38,00
5 ———] 10	1	7,69	0	0,00	1	10,00	5	17,86	0	0,00
10 ———] 15	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
15 ———] 20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
>20	2	15,38	0	0,00	1	10,00	1	3,57	0	0,00
<b>Total</b>	13	100,00	15	100,00	10	100,00	28	100,00	8	100,00

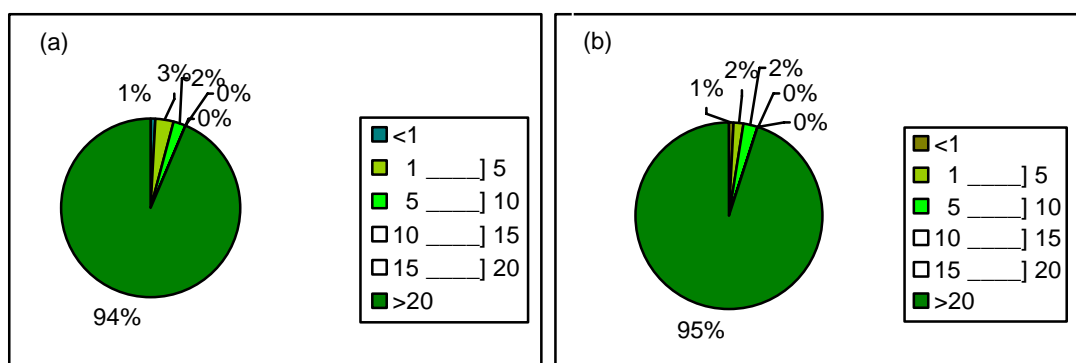
No início do período, ano de 1966, a maioria dos fragmentos da classe mata nativa se encontravam nas classes de área menor que 5 *ha*, com maior percentual (76,93%), que são os pequenos capões dispersos no elemento matriz (pastagem nativa) e os pequenos fragmentos de mata ciliar (5 *ha* a 10 *ha*), que são elementos da paisagem natural do Pampa Gaúcho. Em relação à classe agricultura anual 100% dos fragmentos possuem área menor que 5 *ha*, o que demonstrou que neste ano os cultivos anuais eram de pequenas lavouras de subsistência, tanto nos lotes coloniais como nas áreas oriundas do sistema de sesmaria, que foram posteriormente em 1986 ocupadas pelo assentamento da reforma agrária.

No ano de 1996 a classe mata nativa apresentou o maior número de fragmentos com área menor que 5 *ha*, que são os pequenos capões de mata nativa dispersos na pastagem nativa, representando 80,00% do percentual do número dos fragmentos dessa classe.

Em relação à classe agricultura anual temos que a maioria dos fragmentos, 96,43%, insere-se nas classes de tamanho menor que 10 *ha* o que demonstrou que neste período de 30 anos as lavouras de subsistência, não mecanizadas, foram mais expressivas do que as lavouras maiores e mecanizadas. As ocorrências destas lavouras foram identificadas em maior número nas áreas do assentamento (anteriormente sesmaria), através do mapa de uso e cobertura da terra. Já o fragmento de agricultura anual, maior que 20 *ha* foi encontrado na área de lotes coloniais, o que indicou a introdução de lavouras de monocultura com emprego de tecnologia mecanizada.

Para melhor visualização desses resultados foram construídos gráficos para a classe mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica.

O percentual da área, classe mata nativa, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos (*ha*), (a) ano de 1966 e (b) ano de 1996 consta na Fig. 27.



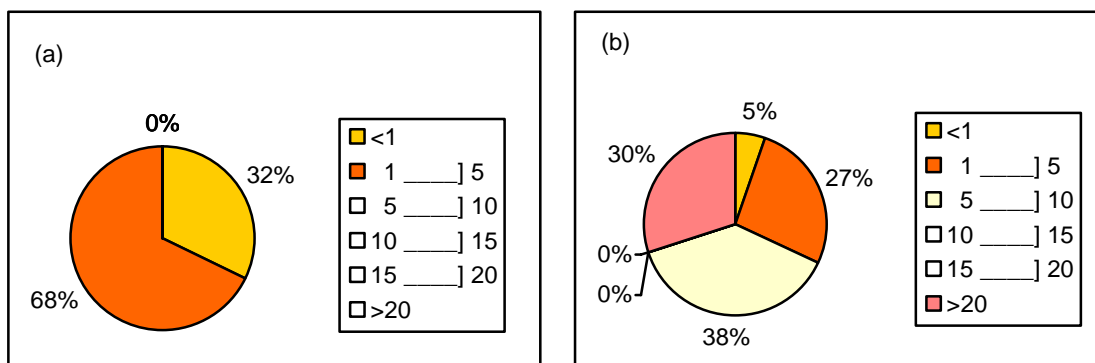
**FIGURA 27:** Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos (*ha*), (a) ano 1966 e (b) ano 1996.

No início do período analisado a classe mata nativa ocupava 32,12% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sendo que deste percentual 1,28% da área era ocupado com fragmentos menores que 5 *ha*, o que correspondeu a 77,0% dos fragmentos e 4,0% da área total da classe. A classe de área maior que 20 *ha* com 2 fragmentos, representou um percentual de 94,00% da área da classe o que implicou em 30,19% da área da microbacia.

No final do período a classe mata nativa ocupava 28,87% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sendo que deste percentual somente 0,87% era ocupado pelos fragmentos menores que 5 *ha*. Sendo assim constatou-se que os fragmentos que possuem área menor que 5 *ha* representaram 3,00 % da área total da classe mata nativa e corresponderam a 80,00 % do número de fragmentos.

Foi constatado no ano 1996 que o fragmento com área maior que 20 *ha*, identificado como a mata ciliar, representou 10,00 % do número de fragmentos e 95,00 % da área da classe mata nativa e 27,43% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã em 1996. Isto caracterizou a regeneração de espécies da mata ciliar. Fragmentos com área entre 15 *ha* e 20 *ha* não foram observados nesta microbacia neste ano.

Para relacionar o percentual da área da classe agricultura anual ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos elaborou-se os gráficos (a) ano de 1966 e (b) ano de 1996 da Fig. 28.



**FIGURA 28:** Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, (a) ano 1966 e (b) ano 1996.

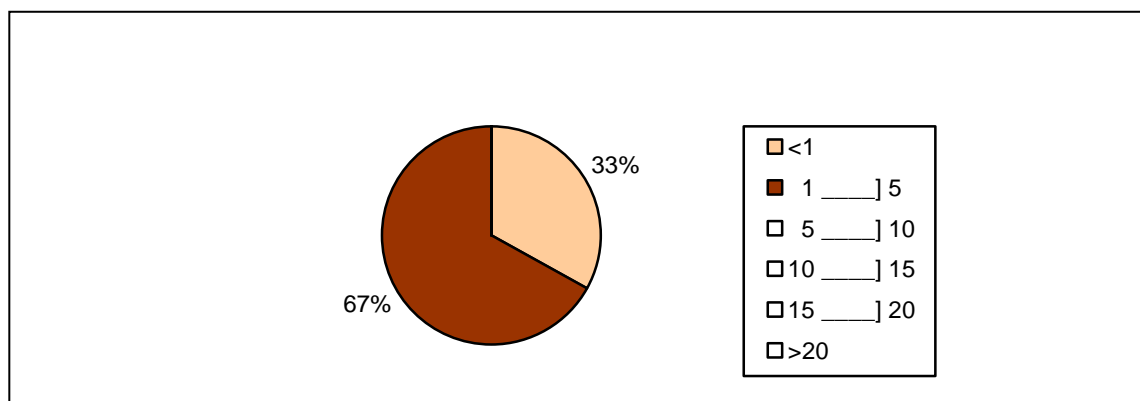
No início do período, ano de 1966, a classe agricultura anual ocupava 1,84 da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sendo ocupado pelos fragmentos menores que 10 *ha*, representando 100% do número de fragmentos. Os fragmentos maiores que 10 *ha* não foi visualizado neste ano. Neste caso os dados corroboram com os dados anteriores, demonstrando que nas áreas de colônias e nas áreas de sesmaria (atual assentamento) as lavouras eram não mecanizadas.

No ano de 1996 a classe agricultura anual ocupava 9,60% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sendo que deste percentual, 6,72 % da área total da microbacia era ocupado pelos fragmentos menores que 10 *ha*, o que caracterizou as lavouras não mecanizadas nas áreas de colônias e principalmente nas áreas de assentamento (antigamente sesmaria). Da mesma forma estes fragmentos representaram 96,43% do número de fragmentos e 70,00% da área da classe.

Os fragmentos maiores que 20 *ha*, representando 3,57% do número de fragmentos, correspondem a 30,00% da área da classe agricultura anual e 2,88 % da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, o que caracterizou a lavoura mecanizada substituindo a mata nativa e o campo nativo na área de lotes coloniais.

Para a classe vegetação exótica, temos o gráfico da Fig.29 que relacionou o percentual da área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 1996.





**FIGURA 29:** Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do loteamento Tamboretã-RS ocupado pelo intervalo de cada classe de área dos fragmentos, ano 1996.

Os oito fragmentos encontrados para a classe vegetação exótica, somente foram identificados no final do período, ano 1996, que possuem áreas menores que 5 ha, representaram 100% da área da classe vegetação exótica e foram localizados nas áreas de campos nativos do sistema de assentamento (anteriormente sesmaria).

Comparando os dados para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, constatou-se que a classe agricultura anual no final do período foi a que apresentou maior variabilidade na área dos fragmentos, estando distribuídos nas diferentes classes de área.

#### 5.6.4 Índices de densidade e variabilidade métrica da estrutura da paisagem na microbacia do loteamento Tamboretã-RS, período de 1996-2001.

Neste período, o número e a densidade de fragmentos identificados para as classes: mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica foram reunidas na Tab. 18.

**TABELA 18:** Número e densidade de fragmentos das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do loteamento Tamboretã-RS, ano 1996 e 2001.

Classes	Ano 1996		Ano 2001	
	Número Fragmentos ( $N_F$ )	Densidade fragmentos ( $D_F/100ha$ )	Número Fragmentos ( $N_F$ )	Densidade fragmentos ( $D_F/100ha$ )
Mata nativa	10	0,96	3	0,29
Agricultura anual	28	2,69	15	1,44
Vegetação exótica	8	0,77	9	0,86
Total	46		27	

No período de 5 anos analisado, as classes agricultura anual e mata nativa diminuíram a fragmentação de suas áreas. A alteração mais significativa aconteceu na classe agricultura anual que passou de 2,69/100 *ha* para 1,44/100 *ha*, sendo considerada a mais fragmentada.

Na classe vegetação exótica, ano de 2001, os nove fragmentos situaram-se, conforme o mapa das classes de uso e cobertura da terra, nas áreas oriundas de assentamento.

A variabilidade métrica dos fragmentos é obtida através do tamanho médio dos fragmentos das classes ( $T_{MF}$ ) e seus desvios padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficientes de variação ( $CV_{TM}$ ), Como mostra a Tab. 19.

**TABELA 19:** Tamanho médio ( $T_{MF}$ ), desvio padrão ( $DP_{TM}$ ) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos ( $CV_{TM}$ ) das classes de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e ano 2001.

<i>Classes</i>	<b>1996</b>			<b>2001</b>		
	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coeficiente variação (%)</i>	<i>Tamanho médio (ha)</i>	<i>Desvio padrão (ha)</i>	<i>Coeficiente variação (%)</i>
<i>Mata nativa</i>	30,01	5,49	18,29	54,50	69,42	127,38
<i>Agricultura anual</i>	3,57	3,37	94,39	11,93	8,31	69,66
<i>Vegetação exótica</i>	1,09	6,54	600,00	3,03	3,49	115,18

Pelos dados da Tab. 19 a classe agricultura anual apresentou um desvio padrão menor que a classe mata nativa tanto no início como no final do período analisado.

Constatou-se que a classe mata nativa com maior desvio padrão, apresentou uma maior variação no tamanho dos fragmentos no final do período analisado em relação ao tamanho médio da classe. Isto foi decorrente do sistema de manejo na classe mata nativa, que teve parte suprimida, com a derrubada dos capões de mato e da exploração da mata ciliar, conseqüentemente maior fragmentação desta, nas áreas de assentamento e lotes coloniais.

Para a classe agricultura anual o desvio padrão encontrado mostrou que os tamanhos dos fragmentos apresentaram uma variação significativa em relação à média. Isto é decorrente dos dois sistemas de manejo utilizados, as lavouras não mecanizadas e as mecanizadas localizadas nas áreas de assentamento e colônias.

Em relação a classes vegetação exótica o desvio padrão alto mostrou que nesta classe ocorreu uma maior variação do tamanho dos fragmentos no início do período analisado e no final do período ocorreu uma maior uniformização no tamanho das áreas em relação ao tamanho médio da classe.

O tamanho médio dos fragmentos mostrou que é na classe mata nativa que se encontram os maiores fragmentos e os menores são na classe vegetação exótica.

Em relação à área de cada fragmento das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, ano 2001, os resultados foram reunidos no apêndice B.

Para avaliar a estrutura de uso e cobertura da terra da microbacia do lajeado Tamboretã-RS foi também apresentada na Tab. 20 a distribuição dos fragmentos em classes de área (*ha*).

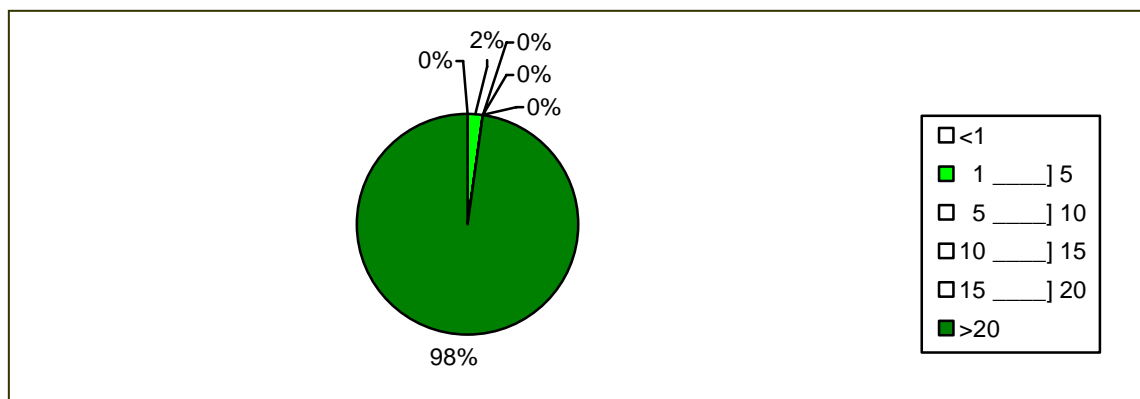
**TABELA 20:** Número de fragmentos das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica por classe de área. Microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e ano 2001.

<i>Classes de área (ha)</i>	<b>1996</b>						<b>2001</b>					
	<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultur a anual</i>		<i>Vegetação exótica</i>		<i>Mata nativa</i>		<i>Agricultura anual</i>		<i>Vegetação exótica</i>	
	<i>N<sub>F</sub></i>	%	<i>N<sub>F</sub></i>	%	<i>N<sub>F</sub></i>	%	<i>N<sub>F</sub></i>	%	<i>N<sub>F</sub></i>	%	<i>N<sub>F</sub></i>	%
<1	4	40,00	10	35,71	5	62,00	0	0,00	1	6,66	5	55,56
1 ——— ] 5	4	40,00	12	42,86	3	38,00	2	66,67	4	26,67	2	22,22
5 ——— ] 10	1	10,00	5	17,86	0	0,00	0	0,00	4	26,67	1	11,11
10 ——— ] 15	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	11,11
15 ——— ] 20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	26,67	0	0,00
>20	1	10,00	1	3,57	0	0,00	1	33,33	2	13,33	0	0,00
Total	10	100,00	28	100,00	8	100,00	3	100,00	15	100,00	9	100,00

Pelos dados da Tab. 20 a classe mata nativa no final do período analisado, sofreu uma redução no número de fragmentos em decorrência do desmatamento dos capões de mato nativo e da exploração da mata ciliar, ficando os fragmentos em duas classes de áreas, maiores que 1 *ha* e menor que 5 *ha* e na maior que 20 *ha*. Isto pode ser identificado no mapa de uso e cobertura da terra, onde se visualiza áreas que em 1996 eram cobertas por mata ciliar e que aparecem substituídas por cultivos anuais em 2001.

Foi constatada a ocorrência de pequenos fragmentos de mata ciliar (2) dispersos na pastagem natural e um fragmento maior de mata ciliar acompanhando o curso natural do lajeado Tamboretã-RS. A classe agricultura anual e vegetação exótica apresentaram fragmentos de tamanhos variados, estando distribuídos em quase todas as classes de área. Na classe agricultura anual as lavouras mecanizadas de milho e de soja, foram responsáveis pelo aumento na área dos fragmentos, localizadas principalmente nas áreas de assentamento.

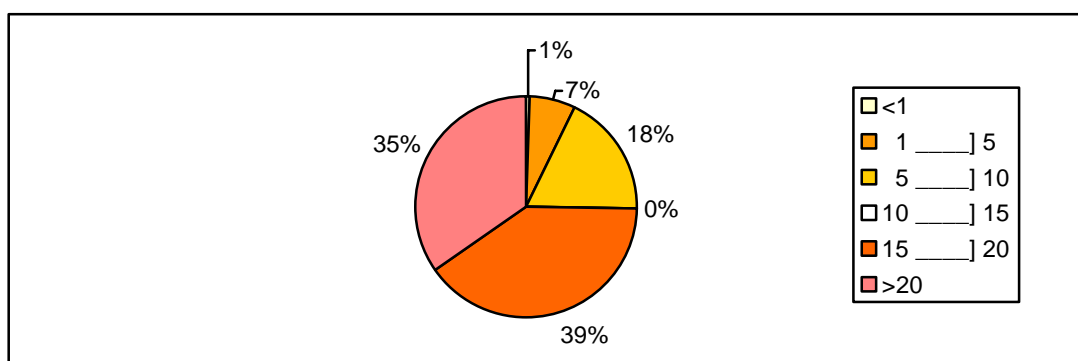
Para a classe mata nativa tem-se o gráfico da Fig. 30 relacionando o percentual da área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos no ano de 2001.



**FIGURA 30:** Percentual da área da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.

A classe mata nativa no ano de 2001 ocupava 15,69 % da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sendo que deste percentual 0,34% era ocupado pelos fragmentos menores que 5 *ha*. Sendo assim, conforme a Fig. 34, constatou-se que 66,67 % dos fragmentos de mata nativa possuem área menor que 5 *ha*, o que representou 2,0 % da área da classe mata nativa.

O fragmento com área maior que 20 *ha*, representou 33,33 % do número de fragmentos e 98,0 % da área da classe mata nativa e 15,35% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS em 2001. Para a classe agricultura anual temos o gráfico da Fig. 31 que relaciona o percentual de área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano 2001.



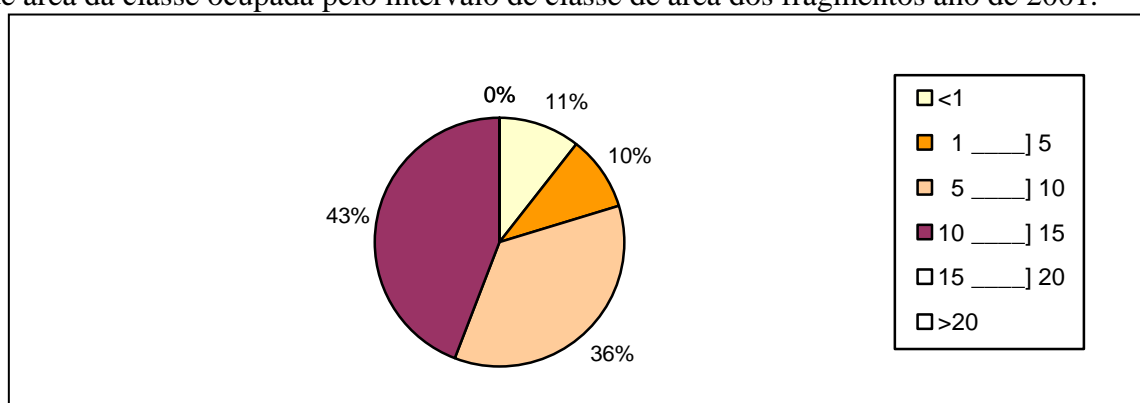
**FIGURA 31:** Percentual da área da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano 2001.

A classe agricultura anual no ano de 2001 ocupava 17,18% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sendo que deste percentual somente 4,46% da área total da

microbacia era ocupado pelos fragmentos menores que 10 *ha*, o que conforme os dados do mapeamento da área, caracterizaram as lavouras não mecanizadas predominantes nas áreas do sistema de lotes coloniais. Isto também foi observado no gráfico da Fig 35, onde mostrou que os fragmentos menores que 10 *ha*, representando 60,00% do número de fragmentos, está inserido em 26,00% da área da classe agricultura anual.

Os fragmentos maiores que 10 *ha*, representando 40,00% do número de fragmentos, correspondem a 74,00% da área da classe agricultura anual e 12,72% da área total da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, o que caracterizou as lavouras mecanizadas, substituindo o campo nativo nas áreas de assentamento.

Para a classe vegetação exótica tem-se o gráfico da Fig.32 que relacionou o percentual de área da classe ocupada pelo intervalo de classe de área dos fragmentos ano de 2001.



**FIGURA 32:** Percentual da área da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ocupado pelo intervalo de classe de área dos fragmentos, ano de 2001.

Relacionando o percentual do número de fragmentos (*NF*) com o percentual da área das classes (*ha*), conforme a Fig. 32, foi constatado que os fragmentos de vegetação exótica possuem área variando entre menor que 1 *ha* e menor que 15 *ha*. Assim sendo têm-se que as áreas de reflorestamento maiores que 5 *ha* representam 2,087% da área da microbacia do lajeado Tamboretã-RS.

Os nove fragmentos encontrados para a classe vegetação exótica, microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 2001, estão localizados nas áreas de campos nativos do sistema de assentamento.

Para o conhecimento do grau de fragmentação e as transformações ocorridas na paisagem dos diferentes sistemas na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ainda é necessária a quantificação de outros aspectos das classes de uso e cobertura da terra, como os índices de forma dos fragmentos.

### 5.6.5 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1966- 1996.

O índice de forma médio ( $IF_M$ ) e o índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS foram agrupados na Tab.21.

**TABELA 21:** Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para as classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, anos de 1966 - 1996.

<i>Classes</i>	<b>1966</b>		<b>1996</b>	
	<i><math>IF_M</math></i>	<i><math>IF_{MPA}</math></i>	<i><math>IF_M</math></i>	<i><math>IF_{MPA}</math></i>
<i>Mata Nativa</i>	1,64	3,59	1,99	4,94
<i>Agricultura Anual</i>	1,63	1,69	1,55	1,99
<i>Vegetação Exótica</i>	-	-	1,40	1,53

Pelos dados da Tab.21, no início do período analisado, ano de 1966, os fragmentos das classes mata nativa e agricultura anual, apresentaram forma irregular, pois se afasta da forma padrão de valor 1. Isto se justifica em decorrência das áreas de lavouras terem arestas em comum com a mata nativa e estarem localizadas em áreas declivosas, com sistema de manejo que utiliza tecnologia rudimentar e emprego de tração animal, característico de agricultura de subsistência.

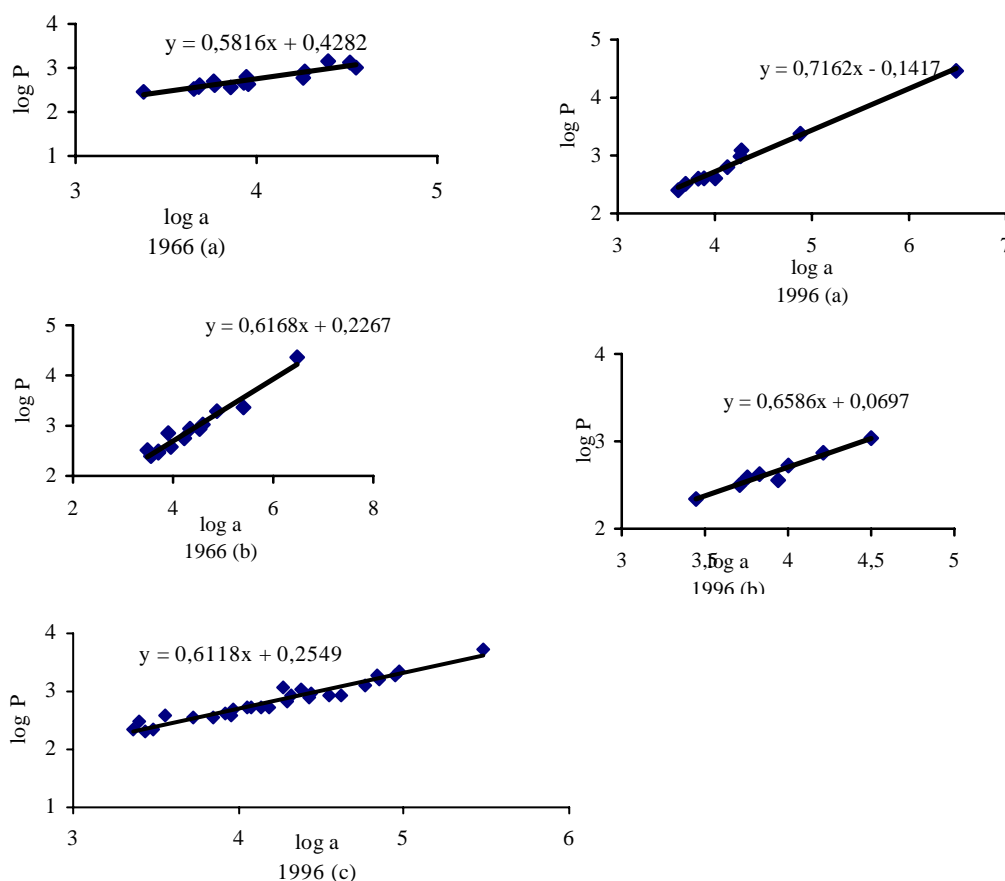
O valor do índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ), para a classe mata nativa e classe agricultura anual são superiores aos observados para o índice de forma médio ( $IF_M$ ), indicando que os fragmentos de maior área têm forma mais irregular que a média. Isso ocorreu em virtude da classe mata nativa apresentar 94,00 % da área da classe com fragmentos de tamanho maiores que 20 ha.

No ano de 1996 os fragmentos de todas as classes têm formas irregulares. A classe vegetação exótica foi a que apresentou a forma de menor irregularidade (1,40), caracterizando áreas mais homogêneas cujas arestas sofreram influência dos elementos de borda, que são na sua maioria provenientes de uma única espécie florestal, além de evidenciarem a influência da ação antrópica na formação do fragmento. Isto também foi válido para a conformação dos fragmentos de agricultura anual que sofreram a influência do sistema de manejo mecanizado.

Para o índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) o valor encontrado para a classe mata nativa no ano de 1996 foi superior ao índice de forma médio, indicando que os fragmentos de maior área têm forma mais irregular que a média. Isto ocorreu porque 95% da área da classe mata nativa é decorrente de fragmentos de tamanhos maiores que 20 ha.

O índice de forma médio ponderado pela área encontrado para as classes agricultura anual e vegetação exótica foram superior aos índices de forma médio. Isto demonstrou que os fragmentos de maior área têm forma mais irregular que a média.

No cálculo do índice de forma na dimensão fractal ( $D$ ) da classe agricultura anual, mata nativa e vegetação exótica foi construído os gráficos da reta de regressão dos valores do logaritmo do perímetro ( $\log p$ ) pelo logaritmo da área ( $\log a$ ) de cada fragmento. Os gráficos obtidos (mata nativa-a, agricultura anual-b e vegetação exótica-c) constam na Fig. 33.



**FIGURA 33:** Diagrama para o cálculo do índice de forma na dimensão fractal das classes: Agricultura anual (a), mata nativa (b) e vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e 1996.

O valor do índice de forma na dimensão fractal de cada classe foi obtido multiplicando-se por 2 o valor do coeficiente angular da reta ajustada de regressão da Fig. 33 para a classe agricultura anual, classe mata nativa e vegetação exótica e foram agrupados na Tab. 22.

**TABELA 22:** Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1966 e 1996.

<i>Classes</i>	<i>Dimensão Fractal (D)</i>	
	<i>1966</i>	<i>1996</i>
<i>Mata nativa</i>	1,23	1,43
<i>Agricultura anual</i>	1,16	1,22
<i>Vegetação exótica</i>	-	1,32

Os valores encontrados, para as três classes de uso e cobertura da terra estão no intervalo de 1 e 2, corroborando com Mandelbrot (1983), e demonstraram que as margens dos polígonos formados pelas áreas de mata nativa são mais sinuosas que as margens dos polígonos formados pelas áreas de cultivos de agricultura anual. O valor da dimensão fractal dos cultivos de agricultura anual identificou lavouras de formatos irregulares e margens com alguma sinuosidade identificando a forma de manejo utilizado e a influência das espécies de bordas dos fragmentos adjacentes. Evidenciou-se pela interpretação dos aerofotos de 1996, a influência das margens da classe mata nativa sobre alguns fragmentos da classe agricultura anual, devido à localização dos cultivos (áreas declivosas com arestas comuns com a mata nativa) e da tecnologia adotada (trabalho braçal e tração animal).

A classe mata nativa apresentou uma maior complexidade, evidenciada pelo maior valor de dimensão fractal que os cultivos anuais, embora tenham arestas comuns com as áreas de lavouras. Isto também evidenciou uma maior diversidade de espécies vegetais formando o ambiente de margem das manchas de mata nativa.

Os índices de forma de cada fragmento de classe ( $IF$ ), bem como os índices de forma na dimensão fractal ( $D$ ) de cada fragmento, ano 1966 e ano 1996, se encontram no apêndice B.

#### **5.6.6 Índice de forma médio dos fragmentos, índice de forma médio dos fragmentos ponderado pela área e o índice de forma obtido através da dimensão fractal na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, período de 1996-2001.**

O índice de forma médio ( $IF_M$ ) e o índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ), para as classes, mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica nos anos de 1996 e 2001 da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, foram reunidos na Tab.23.



**TABELA 23:** Índice de forma médio ( $IF_M$ ) e índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$ ) para as classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, microbacia lajeado Tamboretã, ano de 1996 e 2001.

<i>Classes</i>	<i>1996</i>		<i>2001</i>	
	$IF_M$	$IF_{MPA}$	$IF_M$	$IF_{MPA}$
<i>Mata Nativa</i>	1,99	4,94	2,47	4,82
<i>Agricultura Anual</i>	1,55	1,99	1,42	1,55
<i>Vegetação Exótica</i>	1,40	1,53	1,39	1,52

Os fragmentos de todas as classes de uso e cobertura da terra se apresentaram com formas irregulares, sendo na classe vegetação exótica que se encontrou o menor valor (1,39).

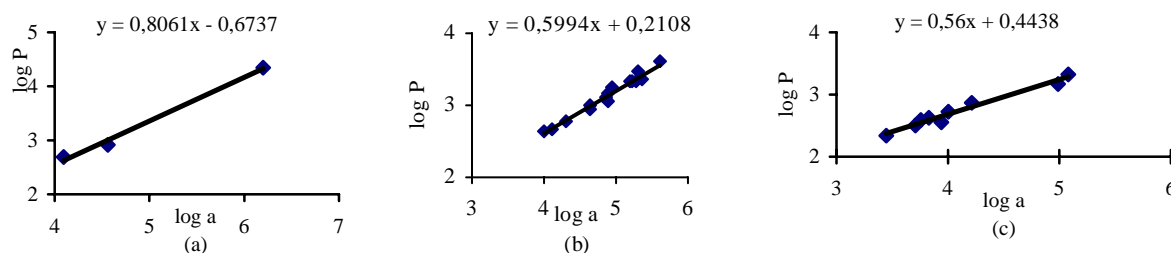
A diferença encontrada do valor obtido e a unidade, para o índice de forma da classe agricultura anual, é consequência do sistema de manejo utilizado nas lavouras, principalmente nas áreas de assentamento de reforma agrária. As lavouras dos lotes de assentamento, em decorrência de estarem localizadas nas áreas de maiores declividades da microbacia e junto às áreas de mata ciliar, determinaram polígonos com forma irregular ao mesmo tempo, apresentaram fragmentos de lavoura mais regulares localizado nas áreas anteriormente ocupadas por pastagem nativa e mata ciliar.

Para a classe mata nativa o valor do índice de forma médio ponderado pela área ( $IF_{MPA}$  - 4,82) foi superior ao observado para o índice de forma médio (2,47), indicando que os maiores fragmentos desta classe tem forma mais irregular que a média. Isto ocorreu porque 98% da área da classe mata nativa é decorrente de fragmento de tamanho maior que 20 ha, representado pelo corredor formado pela mata ciliar acompanhando o curso d'água do lajeado Tamboretã-RS, que recorta a área dos dois sistemas de acesso a terra, assentamento e colonial.

A diferença entre o índice de forma médio ponderado pela área e índice de forma médio da classe agricultura anual diminuiu no período de cinco anos, evidenciando lavouras de tamanho maior com formato mais regular no ano de 2001 do que no ano de 1996, decorrentes das lavouras mecanizadas encontradas nas áreas de assentamento.

Para a classe vegetação exótica a diferença entre o índice de forma médio ponderado pela área e o índice de forma médio se manteve no período de cinco anos, indicando que não ocorreu alterações no formato dos fragmentos.

No cálculo do índice de forma na dimensão fractal, das classes, mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica no ano de 2001, foram construídos os gráficos da reta de regressão (mata nativa-a, agricultura anual-b e vegetação exótica-c) que constam na Fig. 34.



**FIGURA 34:** Diagrama do índice de forma na dimensão fractal das classes: Mata nativa (a), agricultura anual (b) e vegetação exótica (c) na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 2001.

O índice de forma obtido através da dimensão fractal das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e 2001, obtidos a partir do coeficiente angular da reta de regressão, foram agrupados na Tab. 24.

**TABELA 24:** Índices de forma na dimensão fractal das classes dos fragmentos de uso e cobertura da terra na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, ano 1996 e ano 2001.

<i>Classes</i>	<i>Dimensão Fractal (D)</i>	
	<i>1996</i>	<i>2001</i>
<i>Mata nativa</i>	1,43	1,61
<i>Agricultura anual</i>	1,22	1,19
<i>Vegetação exótica</i>	1,32	1,12

Os valores demonstraram que as margens dos polígonos formados pelas áreas de mata nativa são mais sinuosas que as margens dos polígonos formados pelas áreas de cultivos de agricultura anual e vegetação exótica, estando de acordo com a literatura.

O valor próximo da unidade para a dimensão fractal, como os que foram encontrados para as áreas de agricultura anual e de vegetação exótica, no final do período analisado, ano 2001, demonstrou que estes fragmentos possuem formas com margens mais lineares, caracterizando a total influência da ação humana sobre a forma dos fragmentos. Isto ocorreu pela forma mecanizada de manejo do solo nas áreas de agricultura.

A classe mata nativa apresentou uma maior complexidade e dimensão fractal, característica das formas geométricas encontradas na natureza, superior aos cultivos agrícolas e vegetação exótica.

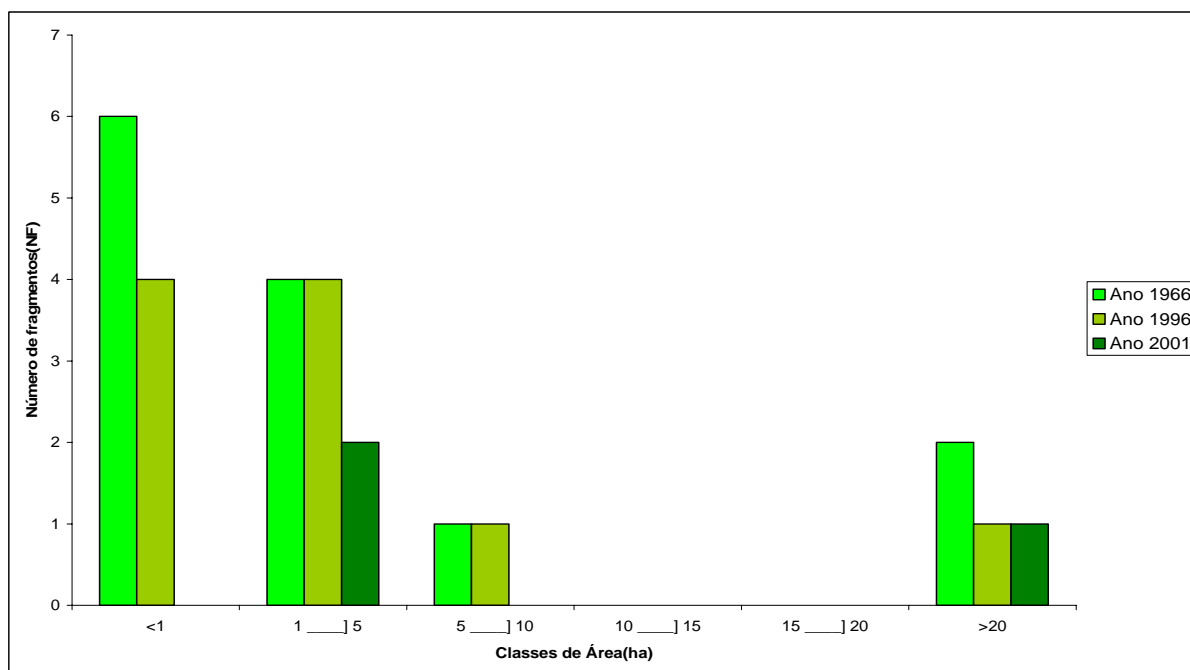
Os índices de forma (*IF*) de cada fragmento de classe, ano 2001, bem como os índices de forma na dimensão fractal (*D*) de cada fragmento se encontram no apêndice B.

### 5.6.7 Evolução temporal dos índices descritores da paisagem na microbacia do lajeado Tamboretã-RS no período de 35 anos, 1966-2001.

Para análise da evolução temporal da paisagem natural da microbacia hidrográfica do lajeado Tamboretã- RS no período de 35 anos os resultados da evolução temporal dos índices descritores da paisagem das classes pastagem nativa, mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica foram descritas a seguir.

O índice de área da classe pastagem nativa, matriz da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã, teve uma diminuição no período analisado (687,90 *ha* – 671,91 *ha* ).

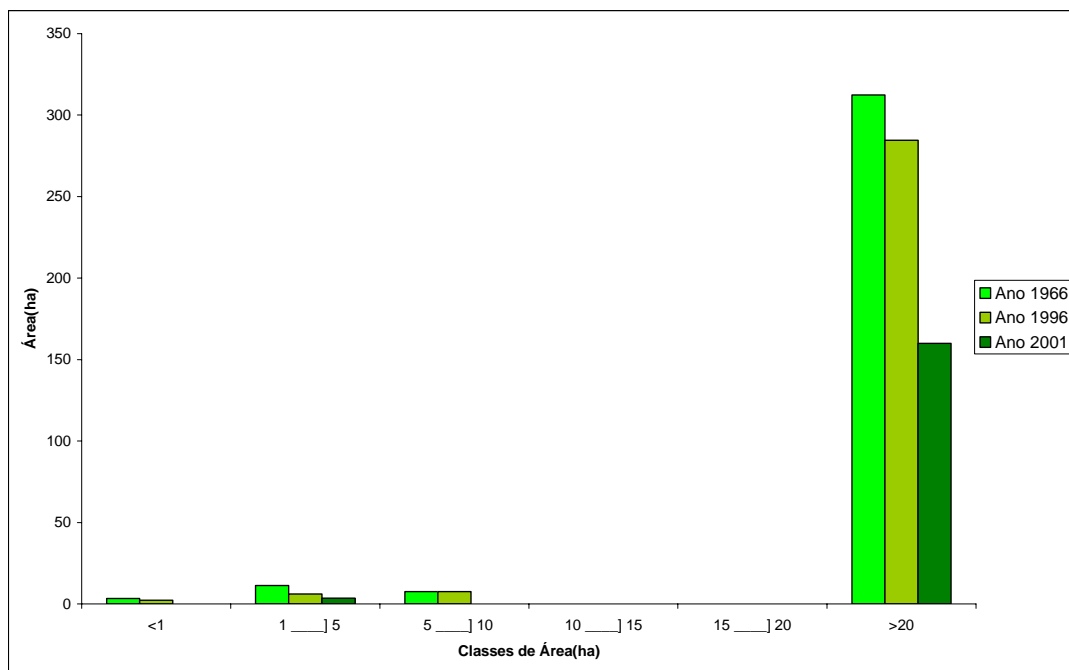
Para a classe mata nativa o índice de área diminuiu significativamente (334,53*ha* – 163,49*ha*), o número de fragmentos diminuiu (13 frag.–3 frag.), a densidade de fragmentos diminuiu (1,25 *frag/100 ha* – 0,29 *frag/100 ha*), o tamanho médio dos fragmentos aumentou significativamente (25,73 *ha* – 54,50 *ha*), o índice de forma médio aumentou (1,64 – 2,47) e o índice de forma na dimensão fractal aumentou (1,23 -1,61). A evolução temporal do número de fragmentos da classe mata nativa pode ser observado na Fig. 35.



**FIGURA 35:** Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.

Na análise da evolução do número de fragmentos da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS constatou-se que no ano de 1966 o número de fragmentos com área

menor que 5 *ha* era de 10, que passou no final do período analisado, 35 anos para 2 fragmentos, indicando a derrubada dos pequenos capões de mata nativa, bem como a presença de 1 fragmento (mata ciliar) na classe maior que 20 *ha*. Esta dinâmica nos fragmentos de mata nativa também foi observada pela evolução temporal do índice de área da classe mata nativa, na Fig. 36.



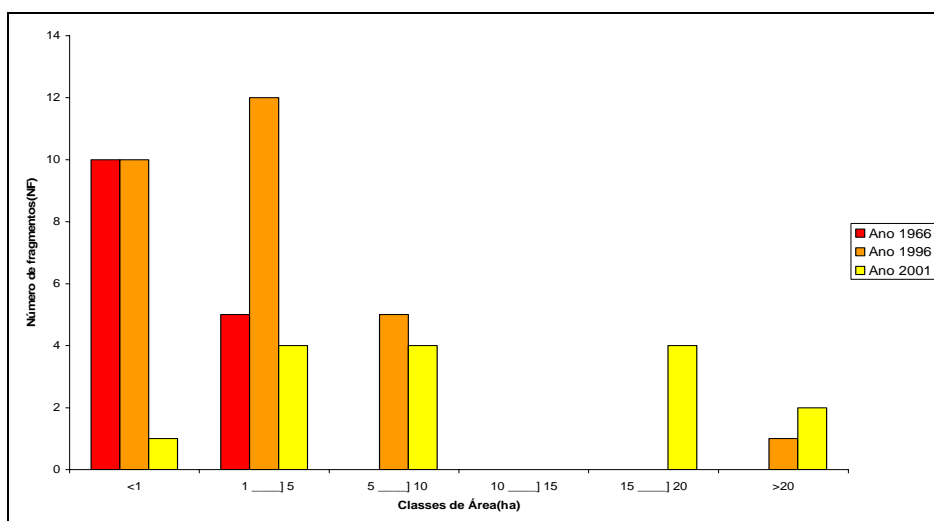
**FIGURA 36:** Evolução temporal do índice de área da classe mata nativa da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.

No período de 35 anos o desmatamento da mata ciliar ocorreu principalmente nas classes de áreas maiores que 5 *ha* e menores que 10 *ha* em áreas de assentamento e de lotes coloniais, e o desmatamento dos capões ocorreu nas classes menores que 5 *ha* em áreas de assentamentos. Por outro lado no corredor de mata ciliar, representado pelo fragmento maior que 20 *ha*, ocorreu uma diminuição da área nestes 35 anos, em virtude da exploração com utilização de madeira nas propriedades oriundas dos assentados da reforma agrária e conseqüentemente substituição das áreas por agricultura anual.

Para a classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS o índice de área estimado aumentou significativamente (19,19 *ha* para 178,95 *ha*), o número de fragmentos (15 fragmentos) e a densidade de fragmentos (1,44 *frag/100 ha*) não se alterou, o tamanho médio dos fragmentos aumentou significativamente (1,28 *ha* – 11,93 *ha*), o índice de forma (1,63 e 1,42) e o índice de forma na dimensão fractal (1,16 e 1,04) diminuiu.

Os valores baixos encontrados para os índices de forma e complexidade, indicaram a mudança no sistema de manejo das lavouras, lavouras mecanizadas substituindo não somente a mata ciliar, também a pastagem nativa o que evidenciou a ação humana sobre essas áreas. Por outro lado o aumento do tamanho médio dos fragmentos, a densidade dos fragmentos por área e o número de fragmentos praticamente não variando se justifica em função da maior fragmentação desta classe decorrente do aumento de lavouras mecanizadas, ocupadas por monocultura em áreas dominadas pelo sistema de assentamento de reforma agrária em detrimento da lavoura de subsistência observada nos lotes coloniais.

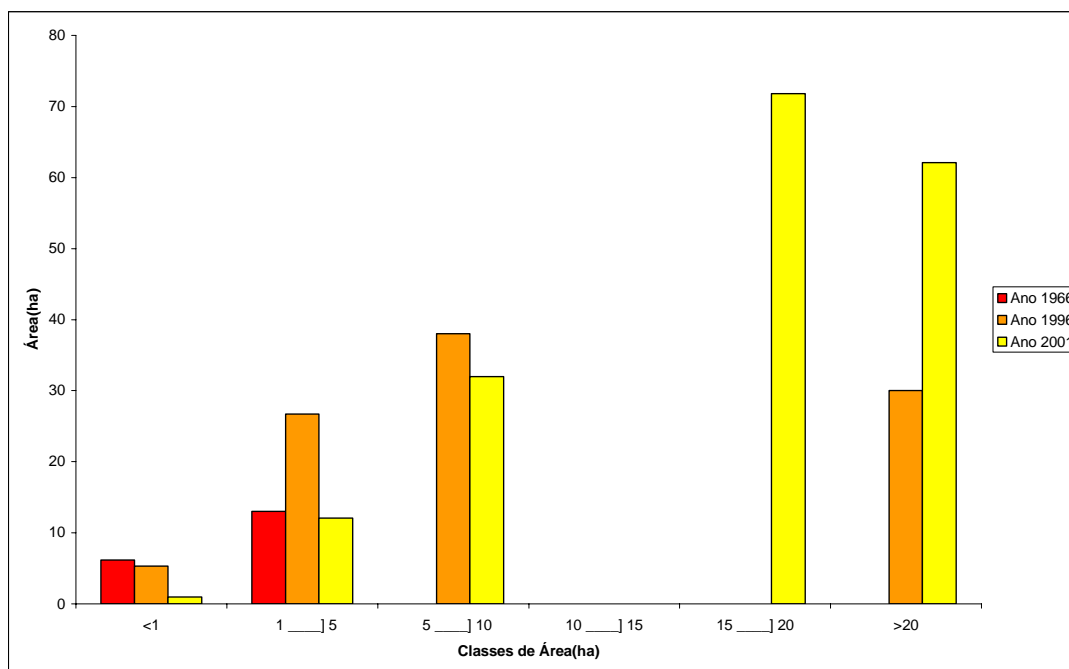
A evolução temporal do número de fragmentos da classe agricultura anual pode ser observado na Fig. 37.



**FIGURA 37:** Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.

O número de fragmentos da classe agricultura anual com área menor que 10 ha passou de 15 para 9 fragmentos, indicando a diminuição no número de lavouras não mecanizadas desta classe de área localizadas nos lotes de assentamento e de colônias. No entanto nas áreas de classes maiores que 10 ha, ocorreu o aparecimento de fragmentos de agricultura anual. Isto foi em função da mecanização da lavoura de soja nas áreas oriundas do sistema de assentamento e lotes coloniais. Isto também se evidenciou nas classes de agricultura maiores que 15 ha e maiores que 20 ha que não existiam no início do período de 35 anos.

Esta dinâmica nos fragmentos de agricultura anual também foi observada pela evolução temporal do índice de área da classe agricultura anual, na Fig. 38.

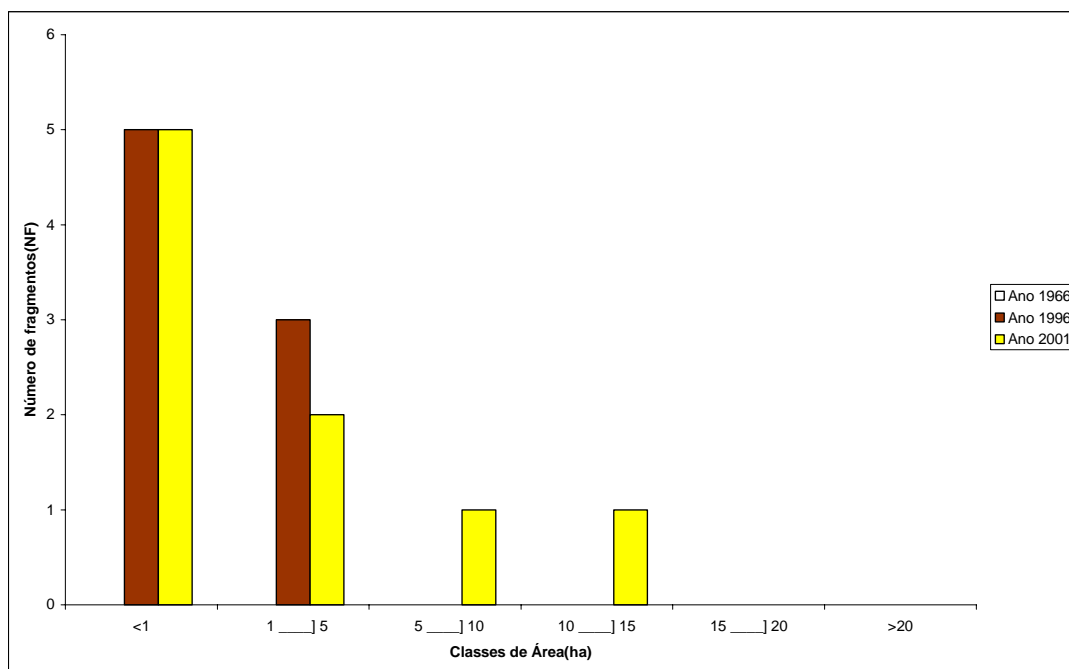


**FIGURA 38:** Evolução temporal do índice de área da classe agricultura anual da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.

Os dados da Fig. 38 corroboram com os dados da Fig. 37, onde no início do período (1966) às lavouras menores que 10 *ha* ocupavam toda a área da classe agricultura anual (19,19 *ha*) e no final do período (2001) passaram a ocupar 45,05 *ha* em função da mudança no tipo de cultivo, com a substituição da lavoura de subsistência pelo incremento da lavoura de fumo nas áreas de assentamentos e de lotes coloniais. Da mesma forma os fragmentos maiores que 10 *ha*, que no ano de 1966 não existiam, passaram a ocupar 133,9 *ha* no ano de 2001, em decorrência do incremento nas lavouras mecanizadas de milho e soja principalmente nas áreas do sistema de assentamento de reforma agrária.

Quanto à classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS o índice de área estimado aumentou significativamente passou de 8,70 *ha* para 27,27 *ha*, o número de fragmentos passou de 0 fragmentos para 9 fragmentos, a densidade de fragmentos aumentou de 0,77 *frag/100 ha* para 0,86 *frag/100 ha*, o índice de forma diminuiu de 1,53 para 1,52 e o índice de forma na dimensão fractal diminuiu de 1,32 para 1,02. Ocorreu um aumento de área da classe, do número e densidade dos fragmentos e do tamanho médio dos fragmentos. A classe de vegetação implantada após 1966 no ano 2001 obteve uma distribuição dos fragmentos da classe em fragmentos maiores e menos complexos.

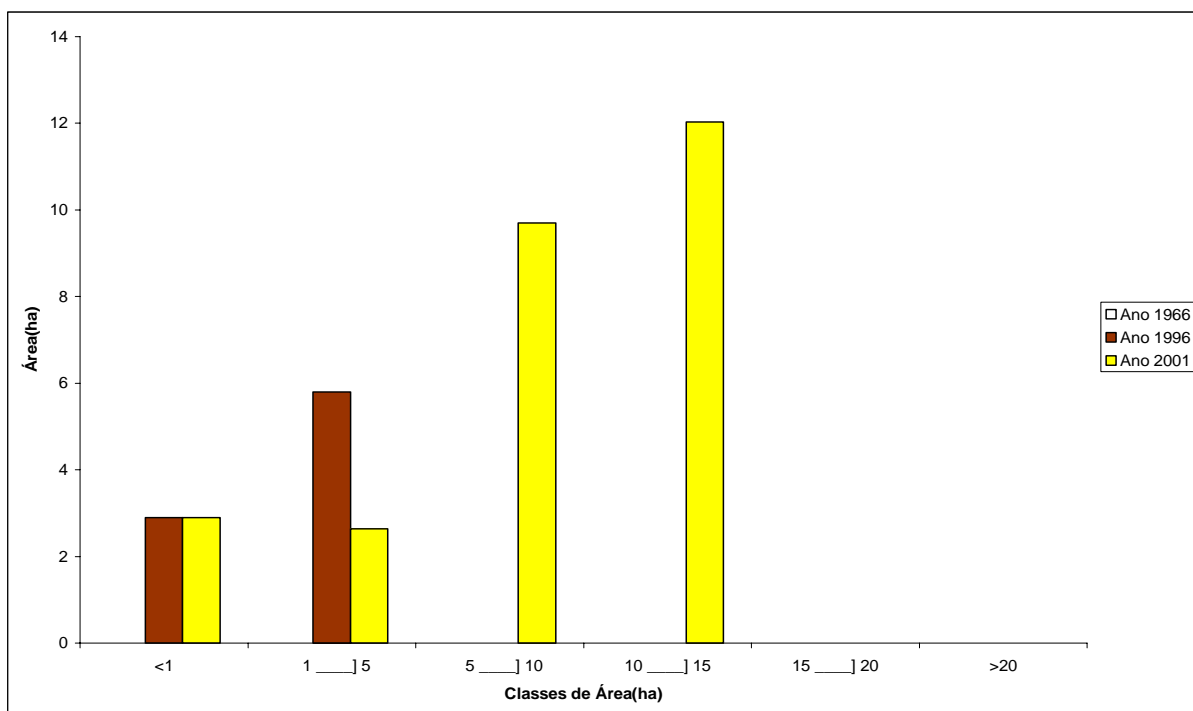
A evolução temporal do número de fragmentos da classe vegetação exótica pode ser observado na Fig. 39.



**FIGURA 39:** Evolução temporal do número de fragmentos ( $N_F$ ) da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.

Em relação à evolução temporal do número de fragmentos da classe vegetação exótica, como os reflorestamentos de espécies de eucaliptos, no início do período não existia e no final do período ano de 1996 encontrou-se 9 fragmentos distribuídos nas classes de área variando de 1 *ha* a 15 *ha*.

A evolução temporal do índice de área da classe vegetação exótica pode ser observado na Fig. 40.



**FIGURA 40:** Evolução temporal do índice de área da classe vegetação exótica da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, no período de 35 anos.

O percentual da classe de área dos fragmentos da classe vegetação exótica apresentou um incremento no ano de 1996 com 2,9 *ha* com área menor que 1 *ha* e 5,8 *ha* com área entre 1 *ha* e 5 *ha*, não ocorrendo nas outras classes de área. No ano de 2001 esses percentuais tiveram um aumento significativo nas classes de áreas maior que 5 *ha* e menor que 15 *ha*, com 21,73 *ha* de um total de 27,27 *ha* da área da classe vegetação exótica, sendo localizados estes fragmentos nas áreas de assentamento de reforma agrária da microbacia do lajeado Tamboretã-RS.

### **5.7 Análise da paisagem nas áreas dos diferentes sistemas de acesso a terra : Sesmarias, lotes coloniais e assentamento de reforma agrária, anos de 1966, 1996 e 2001**

Para análise da paisagem natural nos sistemas de acesso a terra foi considerado os elementos formadores da Unidade Pampa Gaúcho, ou seja, a matriz pastagem nativa, e as manchas de mata nativa (capões e mata ciliar).



### 5.7.1 Sistema de acesso à terra de sesmaria

O sistema de sesmaria encontrado na Unidade Pampa Gaúcho se caracterizou pela exploração de grandes áreas de pecuária extensiva sobre campos nativos e monoculturas agrícolas mecanizadas, e está representado neste estudo pela microbacia do arroio Lagoão-RS, nos anos de 1966, 1996 e 2001. E também na micromicrobacia do lajeado Tamboretã-RS, no ano de 1966, antes da implantação do assentamento de reforma agrária Bela Vista no ano de 1986.

Devido a esta forma de manejo no período analisado de 35 anos, a paisagem natural dessas áreas do sistema de sesmaria não apresentou grandes alterações, pois a pastagem nativa matriz da paisagem, teve pequenas variações de área na microbacia do arroio Lagoão-RS, aumentando (1927,23 *ha* – 1944,19 *ha*), e a mata nativa com a supressão dos capões de mato e exploração da mata ciliar sofreu pequena variação em sua área, sendo estas em função dos cultivos agrícolas mecanizados, observadas através dos índices de área e de forma.

Na microbacia do lajeado Tamboretã, a área de pastagem nativa (687,90 *ha* – 632,22 *ha*) e de mata nativa (334,53 *ha* – 300,68 *ha*) diminuiu no período de 1966 a 1996, conforme foi visualizado nos mapas de uso e cobertura da terra o que foi atribuído não somente a este sistema de acesso a terra mas também em decorrência da instalação no ano de 1986 dos lotes de assentamento da reforma agrária.

Assim sendo este sistema de acesso a terra pela sua forma de manejo pouco contribuiu para a alteração da paisagem natural da microbacia do lajeado Tamboretã-RS e foi responsável pela preservação da paisagem natural da microbacia do arroio Lagoão-RS, representativas da Unidade Pampa Gaúcho.

### 5.7.2 Sistema de acesso à terra de lotes coloniais.

Os lotes coloniais encontrados na Unidade Pampa Gaúcho se caracterizaram pela exploração de pequenas áreas com agricultura intensiva de subsistências não mecanizadas e localizadas em áreas declivosas e anteriormente cobertas por mata ciliar, e está representada neste estudo pela microbacia do arroio Lagoão-RS, e pela microbacia do lajeado Tamboretã-

RS, que devido às condições topográficas das áreas dos lotes coloniais, foi explorada também por lavouras mecanizadas e pequenas criações de pecuária de leite e de corte.

Essas diferenças também podem ser atribuídas a questões socioculturais dos colonos, pois nas áreas da micromicrobacia do arroio Lagoão-RS os lotes coloniais foram ocupados por imigrantes europeus no final do século XIX e início do século XX, ao passo que as áreas dos lotes coloniais localizadas na microbacia do lajeado Tamboretã-RS foram ocupadas nas décadas de 1950 e 1960 por pessoas das mais diversas origens, costumes e tradições culturais, determinando as diferentes formas de manejo de exploração do solo.

Devido a estas formas de manejo, no período analisado de 35 anos, a paisagem natural dessas áreas apresentou alterações em função da derrubada da mata ciliar e capões de mato nativo com substituição por pastagem nativa e cultivos agrícolas mecanizados e não mecanizados. Isto foi visualizado nos mapas de uso e cobertura da terra e identificado pelo aumento do índice de área e das formas mais lineares dos fragmentos da classe agricultura anual. Assim a classe pastagem nativa, elemento matriz da paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS, sofreu uma redução de 5,35% em sua área, nos primeiros 30 anos, e se recuperou nos últimos cinco anos em virtude de áreas de lavouras abandonadas e de áreas provenientes da derrubada de mata ciliar, que foram invadidas por espécies oriundas do campo nativo, nas áreas dos lotes coloniais.

Na microbacia do arroio Lagoão-RS, as alterações ocasionadas na paisagem natural decorrentes deste sistema de acesso a terra, entretanto não foram tão significativas, pois apesar de ter ocorrido uma redução da área da classe mata nativa pelas lavouras não mecanizadas de subsistência, no início da implantação dos lotes coloniais, ocorreu no final do período nestas áreas uma regeneração natural de espécies oriundas da classe mata nativa e da pastagem nativa da Unidade Pampa Gaúcho.

### **5.7.3 Sistema de assentamento de reforma agrária.**

O sistema de acesso à terra de assentamento de reforma agrária Bela Vista tem parte de sua área inserida na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, a partir do ano de 1986. Este assentamento determinou uma maior dinâmica da paisagem da microbacia pelos sistemas de manejo utilizados inicialmente de agricultura familiar, e no final do período analisado por

agricultura intensiva de monocultura mecanizada, o que determinou alterações acentuadas nos índices descritores da paisagem das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica, vistos no item 5.6.

Este sistema de acesso a terra, pela sua forma de manejo, foi responsável pelas maiores alterações na paisagem da microbacia do lajeado Tamboretã-RS. Isto foi identificado quando comparada com as alterações ocorridas na microbacia do arroio Lagoão-RS, cuja área era ocupada pelos sistemas de sesmaria e colônia, que não possuía este sistema de acesso a terra, e apresentou pequena variação nos índices descritores da paisagem no período analisado, que também é representativa da Unidade Pampa Gaúcho.

Por outro lado à área da classe mata nativa na microbacia do arroio Lagoão-RS no período de 35 anos obteve pouca variação (481,38 *ha* – 456,59 *ha* ), no entanto na microbacia do lajeado Tamboretã-RS a área diminuiu significativamente (334,53 *ha* – 163,49 *ha* ).

Também para a classe agricultura anual na microbacia do arroio Lagoão-RS, a área praticamente não se alterou (143,8 *ha* para 143,3 *ha*), já na microbacia do lajeado Tamboretã-RS, a área aumentou significativamente (19,19 *ha* para 178,90 *ha*).

Assim sendo a classe agricultura anual que originou as manchas perturbadoras da paisagem natural, na microbacia do lajeado Tamboretã-RS apresentou alterações significativas em sua área no período de 35 anos, com um aumento de 832%. Além disso apresentou alteração da forma de manejo das lavouras, passando de não mecanizadas para mecanizadas e também na localização das áreas de cultivos, substituindo a mata nativa e a pastagem nativa, nas áreas oriundas do sistema de assentamento.

Da mesma forma os fragmentos de vegetação exótica foram encontrados na microbacia do lajeado Tamboretã-RS substituindo o campo nativo somente neste sistema de acesso.

Sendo assim o assentamento de reforma agrária comparando com os sistemas de sesmaria e colonial foi o que mais contribuiu para as alterações da paisagem natural das áreas pesquisadas no período de 35 anos.

## 6 CONCLUSÕES

A análise temporal, a partir do mapeamento do uso e cobertura da terra e dos índices descritores da paisagem nas microbacias hidrográficas arroio Lagoão-RS e lajeado Tamboretã-RS, que são representativas da Unidade Pampa Gaúcho e onde ocorreu os diferentes sistemas de acesso a terra, o colonial, o sesmarial e assentamento de reforma agrária, considerando suas formas de manejo da terra, permitiram chegar as seguintes conclusões:

- A análise combinada dos elementos descritores da configuração espacial e temporal da estrutura de paisagem permitiu diagnosticar padrões e formas no uso e cobertura da terra, que foram confirmados na checagem a partir de dados de campo. Com isso pode-se afirmar que o método de análise temporal da estrutura da paisagem através do mapeamento do uso e cobertura da terra nos anos de 1966, 1996 e 2001, junto com os índices descritores da paisagem mostrou-se satisfatório para avaliar a dinâmica da estrutura da paisagem.

- A metodologia aplicada nessa pesquisa possibilitou a análise da dinâmica da paisagem no período estudado de 35 anos e a determinação das alterações que ocorreram na paisagem natural das microbacias, representadas pelas classes pastagem nativa, matriz da paisagem, e a classe mata nativa, composta por mata ciliar e capões de mato que formam as manchas e corredores, em decorrência das manchas perturbadoras das classes agricultura anual e vegetação exótica.

- Os índices descritores da paisagem como a área, perímetro, número, densidade, índice de forma e índice de forma na dimensão fractal, foram suficientes para descrever a estrutura da paisagem das microbacias de estudo, mas demonstraram que podem ser mais significativos em áreas de microbacias de maior dinâmica ou mudanças na paisagem.

- As alterações ocasionadas na paisagem natural, no período de 35 anos foram maiores na microbacia do lajeado Tamboretã do que na microbacia do arroio Lagoão-RS, em decorrência da substituição das áreas da matriz e das manchas de mata nativa por manchas perturbadoras de lavouras agrícolas mecanizadas, existentes principalmente nas áreas de assentamento.

- Nas áreas de sesmaria da microbacia do arroio Lagoão-RS os pequenos fragmentos (menores que 5ha) de mata nativa representados pelos capões de mato tiveram um decréscimo

em número no final do período analisado de 35 anos, indicando a derrubada dos pequenos capões de mata nativa e a regeneração natural, que aumentando a área de alguns fragmentos ocasionou a migração de classes de área.

-As intervenções ocasionadas na mata ciliar tanto nas áreas de sesmaria como de colônia, microbacia arroio Lagoão, não ocasionaram alterações significativas na configuração da paisagem natural, pois o desmatamento ocorrido nas classes de 10 *ha* a 20 *ha* foi minimizado pela regeneração natural observada principalmente nas classes de área de 5 *ha* a 10*ha* e maiores que 20 *ha*.

- Na microbacia do lajeado Tamboretã no período analisado (35 anos), a classe mata nativa sofreu uma redução de 56,90% de sua área, ocasionando alterações significativas na configuração da paisagem natural, em decorrência da derrubada de mata ciliar com substituição na maior parte da área pela classe agricultura anual, que apresentou um aumento significativo de 832% em sua área no período de 35 anos, e em menor proporção pela classe vegetação exótica que no início do período (ano 1966) não existia, aumentou para 27,27 *ha* e campo nativo principalmente nas áreas do assentamento da reforma agrária.

- As alterações ocasionadas na paisagem natural das microbacias no período de tempo estudado foram totalmente influenciadas pelos manejos de uso do solo praticados nos diferentes sistemas de acesso a terra. Sendo as maiores alterações na paisagem natural ocasionadas pela mudança do manejo das lavouras passando de não mecanizadas para mecanizadas e na localização das áreas de cultivos anuais existentes na área de assentamento de reforma agrária.

- O tamanho médio dos fragmentos, o índice de forma médio e o índice de forma da dimensão fractal foi fundamental para identificar o sistema de manejo da terra utilizado, o mecanizado e o não mecanizado, nas áreas de sesmaria, colônia e assentamento da reforma agrária da classe agricultura anual.

- Os dados produzidos a partir da utilização dos índices descritores da estrutura da paisagem, associados aos dados socioeconômicos dos diferentes sistemas de acesso a terra, demonstraram serem importantes subsídios para estudos de paisagem.

- A caracterização de cada sistema de acesso a terra e o mapeamento das alterações ocorridas nessas áreas possibilitaram acompanhar a dinâmica da paisagem e as alterações no meio ambiente natural, decorrentes das diferentes formas de manejo do solo.

O sistema de acesso à terra de sesmaria apresentou nas suas áreas, poucas alterações nos índices descritores da paisagem analisados, e devido a sua forma de manejo foi responsável pela preservação dos recursos naturais das microbacias de estudo.

Os lotes coloniais e principalmente o assentamento de reforma agrária apresentaram alterações dos índices descritores da paisagem analisados, porém o sistema de assentamento de reforma agrária, pelas suas formas de manejo do solo, foi o responsável pelas maiores alterações na pastagem e na mata nativa da paisagem natural das microbacias de estudo, que são representativas da Unidade Pampa Gaúcho.

### **Recomendações.**

A exploração econômica das propriedades rurais, embora deva combinar de forma racional o desenvolvimento e as práticas de conservação da qualidade ambiental da paisagem regional e local, apresenta uma carência de diretrizes técnicas e éticas para estabelecer qual a melhor política para enfrentar os problemas sociais e ambientais resultantes do padrão espacial dos sistemas de acesso a terra.

Isto decorre principalmente pela insuficiência de dados sobre a situação fundiária e ambiental de áreas de interesse, a rapidez das alterações ambientais resultantes das atividades humanas associadas à exploração econômica e uso da terra e, sobretudo o nível de compreensão e percepção da sociedade com relação à forma de acesso e distribuição de terras e reforma agrária que ocorre no Brasil. Portanto, os resultados encontrados neste estudo são de extrema relevância para análises futuras de ações de planejamento e conservação dos recursos naturais da Unidade Pampa Gaúcho.

Assim recomenda-se a utilização do mapeamento do uso e cobertura da terra e os índices descritores da paisagem, para que sejam analisadas as alterações da paisagem natural de outras microbacias hidrográficas, onde ocorram diferentes sistemas de acesso a terra e com diferentes formas de manejo determinando mudanças significativas na paisagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, T.; **Italianos e gaúchos**, Porto Alegre: A Nação, p 179, 1975.

BORGES, L. F. R. et al.: **Inventário de fragmentos florestais nativos e proposta para seu manejo e o da paisagem**, Cerne, Lavras, v. 10, n. 1, p 22-38, jan/jun. 2004.

BRIASSOULIS, H.: Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches, Livro on-line (<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>), Regional Research Institute, West Virginia University, 1999.

BRIDGEWATER, P. B.: Landscape Ecology, GIS and natura conservation, In: HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D.R.; COUSINS, S.: **Landscape ecology and spatial information systems**, Bristol, Taylor and Francis, p 23-36, 1993.

BROWN, D.G.; DUH, J.D.; DRZYZGA, S.A.: Estimating error in an analysis of forest fragmentation change using north-american landscape characterization (NALC) data, **Remote Sensing of Environment**, v. 71, 2000, p 106-117.

BUAINAINE, A.M.; SILVEIRA, J.M.: disponível on line, [www.revistaconsciencia.br](http://www.revistaconsciencia.br), acessado em 29 de setembro de 2004.

BUENO JUNIOR, J.: **Análise Morfométrica da Microbacia do Rio Marumbi – PR Baseada nas Leis de Horton e na Geometria Fractal**, 2002, Monografia em Engenharia Florestal – Setor de Ciências Agrárias, UFPR, Curitiba.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R.A.: **Principles of Geographical Information Systemns**, London: Oxford University, 1998.

CARMO, A. P. C.: **Evaluación de un Paisaje Fragmentado para la Conservación y Recuperación de Biodiversidad**, 2000, Dissertação de Mestrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

CENTENO, J. S.; TEDESCO, A.; FARIA, A.; MAFRA, C.; AUGUSTO, E.; SILVA, F.; , DA LUZ, N. B.: Análise da forma em imagens temáticas, In: **II Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**, Curitiba, Paraná, 2001.

CHRISTIAN, C. S.; STEWART, G. A.: General report on survey of Kattherine-Darwin region, 1946, **Land Research Series**, Camberra, V.1 CSIRO, 1953.

DA LUZ, N. B.: **Análise Espacial Como Subsídio à Recuperação de Ecossistemas Apoiada na Ecologia de Paisagens e imagens Ikonos**, 2002, Dissertação de mestrado, UFPr, Curitiba.

DE BONI, L.; COSTA, R.: **Os italianos do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre: EST; Caxias do Sul, EDUCS, p 33, 1979.

DE COLA, L.: Fractal analysis of a classified Landsat scene, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, V. 55, n. 5, p 601-610, 1989.

DIRETORIA DE TERRAS E COLONIZAÇÕES, 10ª INSPETORIA DE TERRAS, **Núcleo São Xavier, Arquivo N° 672**, livro 2 , Escala 1:40 000, 1956.

DOLFFUS, O.: **O espaço geográfico**, 3 ed, São Paulo, Difel, 1978.

DUNSTER, J.; DUNSTER, K.: **Dictionary of natural resource management**, Vancouver: University of British Columbia, 379 p, 1996.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília: 412 p, 1999.

EMBRAPA. : O Brasil visto do espaço, disponível em [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br), 16 de abril de 2004.

FARINA, A.: **Principles and methods in landscape ecology**, Londres: Chapman & Hall, 235 p, 1998.

FERREIRA, M. C.; AZEVEDO, T.S.: Influência da resolução espacial na estimativa da dimensão fractal de fragmentos de matas ciliares, In: **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, INPE, P, 2721-2727, 05-10 abril 2003.

FORMAN, R.T.; GODRON, M.: **Landscape ecology**, New York: John Wiley, 619 p, 1986.

FORMAN, R.T.: **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**, New York: Cambridge University, 632 p, 1997.

FRANCO, S. C.: **A política de colonização no Rio Grande do Sul**, Revista Brasiliense, São Paulo, n. 25, p 76-77, 1979.

FUKS, S. D.: Novos modelos para mapas derivados de informações de solos, In: **Sistema de Informações Geográficas, Aplicações na Agricultura**, 2 ed, Brasília: Embrapa, 2003.

GAO, J.; XIA, Z.: Fractals in Physical Geography, **Progress in Physical Geography**, senenoaks, v.20, n. 2, p 178-191, 1996.

GARDNER, R. H.; O'NEILL, R.V.: Pattern, process and predictability: The use of Neutral Models for Landscape Analysis, In: TURNER, G. M.; GARDNER R.H, **Quantitative methods in landscape ecology: the analyses and interpretation of landscape heterogeneity**, New York, Springer Verlag, p. 289-308, 1991.



GIRON, L. S.: **Imigração italiana no Rio Grande do Sul: fatores determinantes**, In: RS: imigração e colonização, Porto Alegre: Mercado Aberto, p 55, 1987.

GUSTAFSON, E.J.; PARKER, G.R.: Relationship between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern, **Landscape Ecology**, v. 7, p 101-110, 1992.

GUZMAN, C.G.: Estruturas Fractales y sus Aplicaciones, Ed, Labor S.A., **Barcelona, Espanha**, 270 p, 1993.

HARGIS, C.D.; BISSONETTE, J.A.; DAVID, J.L.: The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation, **Landscape Ecology**, v. 13, p 167-186, 1998.

HEIDRICH, A.L.: **Além do Latifúndio: geografia do Interesse econômico gaúcho**, Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 212p, 2000.

HESSBURG, P.F. et al.: Recent changes (1930s-1990s) in spatial patterns of interior northwest forest, USA, **Forest Ecology and Management**, v. 136, p 53-83, 2000.

HERÉDIA, V.: Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona **Migración y Cambio Social**, Número extraordinario dedicado al III Coloquio Internacional de Geocrítica (Actas del Coloquio) n. 94 (10), 1 de agosto de 2001.

HOTT, M. C., SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. S.; GRIFFITH, J. J.: **Análise fractal de textura usando um operador hurst em uma imagem TM/LANDSAT-5**, Departamento de Engenharia Florestal, UFV, Viçosa, MG, 2002.

IBGE, Folha SH-22, Porto Alegre e parte das folhas SH-21 Uruguaiana e SI-22 Lagoa Mirim, Rio de Janeiro, 796 p, 1986.

IBGE.: **Censo Agropecuário do Brasil**. Rio de Janeiro, ano 1995/1996.

IBGE/PROJETO RADAMBRASIL.: Boletim Técnico, Série Vegetação, Ministério das Minas e Energia, n.1, 80 p, Rio de Janeiro, 1986.

INCRA.: Instituto Nacional de Reforma Agrária, Superintendência Regional do Rio Grande do Sul, Divisão de Recursos Fundiários, **Laudo de Vistoria Técnica Assentamento Bela Vista**, nº 100/85, Tupanciretã, RS, 1986.

INCRA.: **Perfil da agricultura familiar no Brasil**: dossiê estatístico, Brasília: 1996.

INCRA.: Instituto Nacional de Reforma Agrária: disponível on line em [www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br), acessado em 10 de junho de 2006.

INNES, J. L. E.; KOCH, B.: Forest Biodiversity and its assessment by remote sensing, **Global Ecology and Biogeography Letters**, V. 7, p 397-419, 1998.

JORGE, L.A.B.; GARCIA, G.J.: A study of habitat fragmentation in Southeastern Brazil using remote sensing and geographic information systems (GIS), **Forest Ecology and Management**, V. 98, p 35-47, 1997.

KAHABKA, H.; KOCH, B.: Satellite based Environmental Monitoring of European Forests (SEMEFOR) Preliminary results from the Black Forest test site, [online] Disponível em: [http://www.logoe99sggw.waw.pl/03poster session/09/](http://www.logoe99sggw.waw.pl/03poster%20session/09/) Arquivo consultado em 27 de Julho de 2001.

KLINKENBERG, B.: Fractals and Morphometric Measures: Is There a Relation Ship, **Geomorphology**, p 5-20, 1992.

KOIVU, R.H.: Agricultural landscape change: a case study in Ylane, southwest Finland, **Landscape and Urban Planning**, V. 43, p103-108, 1999.

KOTLIAR, N. B.; WIENS, J.: A Multiple Scales of Patchiness and Patch Structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity, **OIKOS**, V.59, p253-260, 1990.

KRAMER, E. A.: Measuring landscape changes in remnant tropical dry forests, In: LAURANCE, W, F.; BIERREGAARD, R.O, (Eds.), **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**, London: The University of Chicago Press, 616 p, 1997.

KRUMMEL, J.R.: et al.: Landscape patterns in a disturbed environment, **OIKOS**, V. 48, n. 3, p 321-324, 1987.

LAM, N. S. N.: Description and measurement of Landsat TM images using fractais, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, V. 56, n. 2, p 187-195, 1990.

LAGRO Jr, J.: Assessing patch shape in landscape mosaics, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, V. 57, n. 3, p 285-293, 1991.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M.: Vegetação, In: **IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Geografia do Brasil: Região Sul, Rio de Janeiro, p 113-150, 1990.

LI, H.; REYNOLDS, J.F.: A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes, **Landscape Ecology**, V. 8, p155-162, 1993.

LOCH, C.: **A interpretação de imagens aéreas**, 4 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

LOCH, R.E.N.: **Estruturação de dados geográficos para a gestão de áreas degradadas pela mineração**, 2000, Curitiba, Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LOVEJOY, T.E.; et al.: Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments, **Conservation Biology**, V.2, p257-285, 1986.

LUCAS, O.W.R.: **The design of forest landscapes**, New York: Oxford University Press, 391 p, 1991.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**, 7 ed, São Paulo, Malheiros, 1998.

MANDELBROT, B.: **The fractal geometry of nature**, New York: W.H. Freeman & Co, 468p 1983.

MANDELBROT, B.: **Objectos Fractais**, Lisboa: Gradiva, 1991.

MANFROI, O.: **A colonização italiana no Rio Grande do Sul, implicações econômicas, políticas e culturais**, Porto Alegre: Grafosul , p 72, 1975.

MANN, S.; BENWELL, G.L.: The integration of ecological, neural and spatial modeling for monitoring and prediction for semi-arid landscapes, **Computers & Geosciences**, V.2-9, p 1003-1012, 1996.

MCGARICAL, K. et al.: **Fragstats: Spatial patters analysis program for quantifying structure**, Portland, OR: USA, Departament of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 122 p, 1995.

MEDEIROS, L. S.: **A formação dos assentamentos rurais no Brasil: processos sociais e políticas públicas**, Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/CPDA, 1999.

MEDEIROS, L. S.: disponível on line, [www.revistaconsciencia.br](http://www.revistaconsciencia.br), acessado em 29 de setembro de 2004.

MEDEIROS, R. M. V.: O Rio Grande do Sul e a busca pela Reforma Agrária, In: VERDUM, R.; BASSO, L.A.; SUERTEGARAY, D. M. A.org.: **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2004.

MEM DE SÁ.: **Aspectos econômicos da colonização italiana no Rio Grande do Sul**, In: Álbum comemorativo, p 76-77, 1950.

METZGER, J.P.: Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of south-east Brazil, **Landscape and Urban Planning**, v.37, p.2935, 1997.

MISSIO, E. et al.: Caracterização Ambiental de Unidades da Paisagem da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, **I Fórum de Debates Sobre Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental**, Sociedade Brasileira de Ecologia, Rio Claro, SP, 2000.

MORENO, J. A.: **Clima do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 41p, 1961.

NAVARRO, Z. (org.): **Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**, Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, p19-32, 1997.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S.: **Landscape ecology, theory and application**, 2 Ed, New York: Springer Verlag, 360p, 1994.

NIMER, E.: **Clima**, In: IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Geografia do Brasil: Região Sul, Rio de Janeiro: p, 151-187, 1990.

ODUM, H.T.: **Ecological and general systems (formerly systems ecology)**, Boulder: University of Colorado Press, 1983.

OLIVEIRA, L. T.: **Fragmentos de floresta atlântica semidecidual no município de Lavras: uma comparação ecológica entre a cobertura atual e a cobertura exigida pela legislação**, 103 p, 2000, Lavras, Monografia - Universidade Federal de Lavras.

OLSEN, E.R.; RAMSEY, R.D.; WINN, D.S.: A modified fractal dimension as a measure of landscape diversity, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, V. 59, p 1517-1520, 1993.

O'NEILL, R. V. et al.: Indices of landscape pattern, **Landscape Ecology**, V. 1(3), p 153-162, 1998.

PALMER, M. W. **Fractal geometry: a tool for describing spatial patterns of plant communities**, **Vegetation**, n 75, p 91-102, 1988.

PEARLSTINE, L.G.et al.: Fragmentation of pine flatwood and marsh communities converted for ranching and citrus, **Landscape Ecology and Urban Planning**, V. 38, p159-169, 1997.

PELLANDA, E.: **Aspectos gerais da colonização italiana no Rio Grande do Sul**, In: Álbum comemorativo do 75º aniversário da colonização italiana no Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Globo, 1950.

PETERSON, W.; BRANDER H.: **The Waite Group Fractals for Windows**, Rio de Janeiro, Berkelei Brasil Editora, 1993.

PIRES, J.S.R.: Abordagem metodológica para identificação e manejo de fragmentos de áreas naturais, In: **Seminário Regional de Ecologia**, São Carlos, 1998, Anais, São Carlos: USP; Universidade Federal de São Carlos, p. 571-584, 1998.

PISSARRA, T.C.T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S.: Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da microbacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP), **Revista Brasileira Ciência do Solo**, V. 28, p 297-305, 2004.

PORTO, A.: **O trabalho alemão no Rio Grande do Sul**, Porto Alegre: Estabelecimento Gráfico Santa Terezinha, p 164 – 165, 1934.

PUZACHENKO, Y.G.; ALESHCHENKO, G.M.; MOLCHANOV, G.S.: Multidimensional analysis of aerial photographs in the study of landscape structure, **Mapping Sciences and Remote Sensing**, V. 37(1), p 40-54, 2000.

RAMALHO A. F.; PEREIRA E.G. & BEEK, K. J. **Sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras**. Brasília, Ministério da Agricultura-Secretaria de Planejamento Agrícola-SUPLAN, 70p. 1978.

RANNEY, J.W.; BRUNER, M.C.; LEVENSON, J.B.: The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands, In: BURGESS, R.L.; SHAPE, D.M.: **Forest islands dynamics in man-dominated landscapes**, New York: Springer-Verlag, cap.6, p.67-95, 1981.

RANTA, P.et al.: The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments, **Biodiversity and Conservation**, V. 7, p 385-403, 1998.

RAVAN , S. A.; ROY, P. S.: Landscape ecological analysis of disturbance gradient using geographic information system in the Madhav National Park, Madhya Pradesh, **Current Science**, V. 68, n. 3, p 309-315, 1995.

REIS, B. G. S.: **Aspectos Gerais do Clima do Rio Grande do Sul**, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972. (dados do INCRA assentamento bela vista).

RIPPLE, W. J.: Asymptotic reflectance characteristics of grass vegetation, **Photogrammetric engineering and Remote Sensing**, V. 51, n. 12, p. 1915-1921, 1991.

RIPPLE, W.J.; HERSHEY, K.T.; ANTHONY, R.G.: Historical forest patterns of Oregon's central Coast range, **Biological Conservation**, V. 93, p 127-133, 2000.

RIITERS, K.; et al.: A factor analysis of landscape pattern and structure metrics, **Landscape Ecology**, v.10, n.1, p. 23-39, 1995.

RIITERS, K.; et al.: **Global-Scale Patterns of Forest Fragmentation**, Conservation Ecology vol. 4(2), Fevereiro de 2000.

ROCHE, J.: **Desenvolvimento econômico e evolução urbana**, São Paulo: Nacional, p 156, 1977.

SANO, E. E.: Estruturação de dados geoambientais no contexto de fazenda experimental, In: **Sistema de Informações Geográficas, Aplicações na Agricultura**, 2 ed, Brasília: Embrapa, 2003.

SANTANA, R. M.: Registro Torrens, um instituto desconhecido, In: **Revista de Direito; Procuradoria Geral do Estado de Goiás**, p 269-276, jan-dez (2001).

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L.: **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SCHAMA, S.: **Paisagem e memória**, São Paulo: Companhia das Letras, 645 p, 1996.

SCHULLER, D.J.; RAO, A. R.; JEONG, G. D.: Fractal characteristics of dense stream networks, **Journal Hidrology**, Amsterdam, V. 243, p1-16, 2001.

SELMAN, P.; DOAR, N.: Na Investigation of the Potential for Landscape Ecology to act as Basis for Rural Land Use Plans, **Journal of Environment Management**, V. 35 p, 281-299, 1992.

SERRA, C. P.; KARAS, W. E.: **Fractais Gerados por Sistemas Dinâmicos Complexos**, Champagnat, Curitiba, 190 p, 1997.

SOARES-FILHO, B. S.: **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**, 299 p. 1998, Tese de Doutorado- Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOTO, W. H. G.: **Desenvolvimento sustentável, agricultura, e capitalismo In: Desenvolvimento Sustentável, Necessidade e/ou possibilidade**, 4ed, Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 241p, 2003.

TONELLO, K. C.: **Análise hidroambiental da microbacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**, 69 p, 2005, Dissertação de Mestrado - Programa de Pós - Graduação em Ciências Florestais Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TONIAL, T, M.: **Dinâmica da paisagem na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul**, 119 p, 2003, Tese de Doutorado - Área de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

TRAM, M.K.; GILES JR, R. H.: An analysis of deforestation: metrics used to describe pattern change, **Forest Ecology and Management**, V. 114, p. 459-470, 1999.

TURNER, M.G.; WEAR, D.N.; FLAMM, R.O.: Land ownership and land-cover change in the southern Appalachian highlands and the Olympic peninsula, **Ecological Applications**, V. 4, p. 1150-1172, 1996.

TURNER, M.G.; RUSCHER, C.L.: Changes in the spatial patterns of lands use in Georgia, **Landscape Ecology**, V. 1, p. 241-251, 1988.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.: **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**, New York, Springer Verlag, 536 p. 1990.

URBAN, D.L.; O'NEILL, R.V.; SHUGART, JR. H. H.: Landscape ecology: a hierarchical perspective can helps scientists understand spatial patterns, **Bioscience**, v.37, p. 119-127, 1987.

VALENTE, R. O.: **A Análise da Estrutura da paisagem na microbacia do Rio Corumbataí**, 144p, 2001, Dissertação de Mestrado, curso de Engenharia Florestal, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz - ESALQ, Piracicaba.

VALVERDE, O.: **Excursão à região colonial antiga do Rio Grande do Sul**, In: Álbum comemorativo do 75º aniversário da colonização italiana no Rio Grande do Sul, 271p, 1950.

VIAL; S. R. M.: **Análise Sócio-jurídica da Propriedade da Terra no Brasil**, Porto Alegre, Livraria do Advogado, 2003.

VIEIRA, E. F.: **Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação**, Porto Alegre: Sagra, 1984, 304 p.

VOGELMANN, J.E.: Assessment of Forest Fragmentation in Southern New England using Remote Sensing and Geographic Information Systems Technology, **Conservation Biology**, V. 9(2), p 439-449, 1995.

WIENS, J. A.; MILNE, B. T.: Scaling of 'landscapes' in landscape ecology from a beetle's perspective, **Landscape Ecology**, V. 3(2), p. 87-96, 1989.

YAMAJI, F. M.: **Análise fractal de uma floresta ombrófila mista através de imagens de satélite**, 2001, Dissertação de Mestrado, curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Parana-UFPR, Curitiba.

ZAMBERLAN, J.; FLORÃO, S. R.: **Assentamentos-Resposta Econômica da Pequena Propriedade na Região de Cruz Alta, Cruz Alta**. Fundação Universidade de Cruz Alta-RS, 1989.

ZONNEVELD, I.S.: Land Evaluation and Landscape Science, **ITC Textbook of photointerpretation**, V.7, Enschede, ITC 106, 1972.

ZONNEVELD, I.S.: **Land Evaluation and Landscape Science**, Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1979.

## APÊNDICES



**APÊNDICE A : ÁREA DOS FRAGMENTOS, ÍNDICE DE FORMA E ÍNDICE DE  
FORMA OBTIDO PELA DIMENSÃO FRACTAL DAS CLASSES MATA NATIVA,  
AGRICULTURA ANUAL E VEGETAÇÃO EXÓTICA  
-MICROBACIA DO ARROIO LAGOÃO-RS-1966, 1996 e 2001-**

**TABELA 01:** Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma pela dimensão fractal das classes: Mata nativa e agricultura anual - Microbacia do arroio Lagoão-RS -1966.

<b>Frag.</b>	<b>Classe Mata Nativa</b>			<b>Classe Agricultura Anual</b>			<b>Frag</b>
<b>Nº</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Nº</b>
01	074642,83	1,36	1,28	71138,84	1,59	1,31	01
02	5476,44	1,35	1,36	65553,64	1,39	1,29	02
03	7750,07	1,97	1,43	19678,74	1,88	1,38	03
04	9316,79	1,15	1,31	109913,49	1,79	1,31	04
05	9696,17	1,71	1,39	126040,62	1,82	1,32	05
06	7503,34	1,28	1,34	12441,42	1,17	1,31	06
07	8197,01	1,78	1,41	19180,51	1,47	1,29	07
08	5372,78	1,22	1,34	145917,73	2,35	1,36	08
09	2695,07	1,05	1,33	8447,64	1,26	1,33	09
10	4186,07	1,17	1,34	62017,59	2,27	1,38	10
11	22115,91	2,44	1,43	6530,05	1,19	1,33	12
12	4399035,41	7,99	1,44	8409,79	1,25	1,33	13
13	4402,61	1,16	1,34	3254,89	1,15	1,34	14
14	5296,12	1,41	1,37	60214,61	1,59	1,31	15
15	2759,62	1,29	1,38	44510,21	1,43	1,31	16
16	8574,89	1,13	1,31	18702,04	1,79	1,36	17
17	4231,81	1,42	1,39	8401,56	1,11	1,31	18
18	13906,76	2,28	1,43	9382,11	1,61	1,38	19
19	151554,27	3,78	1,43	42337,98	1,92	1,36	20
20	64245,12	3,14	1,43	42694,67	1,45	1,31	21
21	4241,14	1,79	1,44	32537,61	2,18	1,39	22
22	18713,16	1,87	1,39	13181,69	1,27	1,36	23
23	2686,55	1,13	1,35	6025,81	1,35	1,36	24
24	4058,21	1,89	1,46	3857,04	1,18	1,34	25
25	2172,08	1,17	1,37	11809,35	1,79	1,39	26
26	2809,49	1,18	1,36	20494,53	1,47	1,33	27
27	3088,22	1,51	1,41	6879,26	1,36	1,35	28
28	2847,12	1,36	1,39	15907,69	1,55	1,35	29
29	24624,33	1,12	1,27	197447,18	3,81	1,43	30
30	3883,26	1,14	1,34	27141,63	1,52	1,33	31
31	8545,83	1,23	1,33	8270,83	1,32	1,34	32
32	2536,71	1,33	1,39	101166,71	1,27	1,26	33
33	3079,87	1,07	1,33	5946,86	1,29	1,35	34
34	4820,68	1,13	1,33	8735,04	1,18	1,31	35
35	9883,15	1,62	1,38	19263,61	1,38	1,31	36
36	110695,63	2,46	1,37	5395,24	1,15	1,33	37
37	2912,54	1,13	1,35	21421,15	1,43	1,32	38
38	3034,68	1,11	1,34	48184,42	1,36	1,29	39
39	8647,93	1,26	1,33				

Continuação...			
40	8117,09	1,31	1,34
41	13925,11	1,19	1,31
42	12509,08	1,43	1,34
43	2559,22	1,07	1,34
44	3134,11	1,08	1,34
45	3687,85	1,24	1,35
46	3403,05	1,15	1,34
47	32214,19	2,53	1,43
48	5714,39	2,35	1,48

**TABELA 02:** Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica - Microbacia do arroio Lagoão-RS -1996.

Frag. Nº	Classe Mata Nativa			Classe Agricultura Anual			Classe Vegetação Exótica		
	Área (m <sup>2</sup> )	IF	D	Área (m <sup>2</sup> )	IF	D	Área (m <sup>2</sup> )	IF	D
01	5877589,60	7,76	1,42	15341,02	1,47	1,34	18056,99	1,17	1,29
02	122127,88	1,52	1,29	2101,63	1,23	1,38	19724,05	1,33	1,31
03	2097,97	1,08	1,34	6182,24	1,41	1,36			
04	6184,44	1,27	1,34	14347,94	1,53	1,35			
05	13148,33	1,36	1,33	5296,21	1,16	1,32			
06	90569,67	2,09	1,35	279428,82	1,24	1,23			
07	6638,86	1,07	1,31	17052,49	1,26	1,31			
08	12637,46	1,31	1,32	14952,15	1,08	1,28			
09	11316,03	1,29	1,29	24897,71	1,37	1,31			
10	22956,49	1,38	1,33	22298,76	1,43	1,32			
11	34456,69	1,26	1,28	33340,34	1,43	1,31			
12	35141,76	1,26	1,27	162610,86	1,18	1,23			
13	14197,47	1,75	1,34	51360,39	1,73	1,33			
14	62698,92	2,05	1,36	65477,75	1,29	1,27			
15	7882,90	1,48	1,37	38022,24	1,62	1,33			
16	18213,89	1,77	1,36	8551,49	1,20	1,31			
17	2428,39	1,19	1,36	5991,53	1,29	1,34			
18	22582,19	2,47	1,45	21037,53	1,51	1,33			
19	30157,07	1,10	1,26	69325,75	1,49	1,29			
20	4381,34	1,06	1,31	134763,55	1,32	1,26			
21	3477,71	1,21	1,37	8650,79	1,23	1,32			
22	2685,12	1,39	1,41	8737,19	1,31	1,33			
23	10167,15	1,17	1,31	7657,89	1,20	1,32			
24	11124,96	1,23	1,32	5057,68	1,30	1,35			
25	91913,15	2,70	1,39	13172,64	1,22	1,31			
26	4983,69	1,14	1,33	2562,84	1,19	1,35			
27	2438,59	1,09	1,35	5311,78	1,42	1,38			
28	3955,76	1,10	1,32	16334,98	1,84	1,38			
29	9931,48	1,25	1,32	180041,69	1,60	1,28			
30	3192,85	1,09	1,33	35523,62	1,22	1,27			
31	9658,62	1,50	1,38	42597,34	1,19	1,26			
32	3684,39	1,08	1,33	19556,11	1,22	1,32			
33	3249,91	1,11	1,33	13404,23	1,66	1,36			
34	2781,68	1,09	1,34	99863,22	1,14	1,24			
35	6960,31	1,11	1,31	12508,78	1,45	1,32			
36	3059,56	1,51	1,42	13462,21	1,47	1,34			
37	32511,17	1,67	1,33	95262,72	1,63	1,31			
38	79027,97	3,36	1,45	26324,92	1,21	1,28			
39	2152,26	1,08	1,36	6781,81	1,39	1,36			
40	4868,59	1,51	1,39	28502,42	1,17	1,25			
41	13577,69	1,48	1,35	44611,11	1,20	1,27			
42	4047,79	1,18	1,33	9838,84	1,06	1,28			
43				15091,09	1,31	1,31			
44				15468,39	1,24	1,31			

**TABELA 03:** Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica -Microbacia do arroio Lagoão-RS -2001.

<b>Frag. Nº</b>	<b>Classe Mata Nativa</b>			<b>Classe Agricultura Anual</b>			<b>Classe Vegetação Exótica</b>		
	<b>Área(m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Área</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Área(m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>
01	1821919,6	4,96	1,40	63583,74	1,56	1,31	11698,631	1,29	1,32
02	51794,87	1,97	1,36	83685,41	1,53	1,29	10584,499	1,23	1,32
03	85971,78	1,86	1,33	84460,84	1,04	1,21	18394,734	1,29	1,31
04	220232,92	2,56	1,36	151007,11	1,34	1,26	15144,899	1,16	1,29
05	9982,29	1,08	1,29	68098,11	1,29	1,27	13410,044	1,25	1,31
06	29112,25	1,43	1,31	100544,02	1,11	1,24	14363,020	1,25	1,31
07	385734,02	3,81	1,40	43990,32	1,33	1,29			
08	26917,89	1,26	1,29	33925,74	1,19	1,27			
09	63351,74	2,06	1,36	78283,27	1,24	1,26			
10	4197,42	1,23	1,35	62997,04	1,61	1,31			
11	14450,71	1,49	1,35	22054,11	1,66	1,35			
12	383910,39	2,78	1,32	8547,08	1,26	1,33			
13	23947,35	1,31	1,31	262143,97	1,32	1,25			
14	88451,19	1,56	1,30	35261,71	1,23	1,28			
15	106081,96	1,69	1,31	42979,21	1,19	1,27			
16	347953,88	3,22	1,38	13873,21	1,17	1,29			
17	639520,14	1,65	1,26	15692,09	1,14	1,29			
18	428248,73	2,19	1,32	20527,02	1,37	1,32			
19	45352,42	2,55	1,41	59950,49	1,41	1,29			
20				46221,75	1,46	1,30			
21				34239,86	1,36	1,30			
22				101080,28	1,54	1,29			

**APÊNDICE B: ÁREA DOS FRAGMENTOS, ÍNDICE DE FORMA E ÍNDICE DE  
FORMA OBTIDO PELA DIMENSÃO FRACTAL DAS CLASSES MATA NATIVA,  
AGRICULTURA ANUAL E VEGETAÇÃO EXÓTICA  
- MICROBACIA DO LAJEADO TAMBORETÃ-RS-1966, 1996 e 2001-**

**TABELA 04:** Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa e agricultura anual, microbacia do lajeado Tamboretã-RS-1966.

<b>Frag.</b>	<b>Classe Mata Nativa</b>			<b>Classe Agricultura Anual</b>			<b>Frag</b>
<b>Nº</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Nº</b>
01	3018915,31	3,75	1,34	24928,91	2,56	1,43	01
02	254264,76	1,30	1,25	18182,03	1,25	1,30	02
03	3103,51	1,66	1,44	8790,54	1,89	1,42	03
04	3620,07	1,16	1,34	4849,26	1,64	1,41	04
05	9065,15	1,13	1,30	5797,94	1,83	1,43	05
06	34128,11	1,32	1,29	5883,47	1,50	1,38	06
07	39532,11	1,50	1,31	2384,67	1,65	1,45	07
08	5048,74	1,23	1,34	4799,01	1,51	1,39	08
09	16756,24	1,23	1,30	4507,91	1,39	1,38	09
10	5067,63	1,15	1,33	32892,67	2,07	1,24	10
11	75454,97	2,00	1,35	18556,28	1,74	1,37	11
12	8050,63	2,22	1,46	8520,63	1,40	1,35	12
13	21731,08	1,68	1,36	7213,62	1,21	1,33	13
14				35586,34	1,51	1,32	14
15				9003,86	1,27	1,33	15

**TABELA 05:** Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes: Mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica- Microbacia do lajeado Tamboretã –RS-1996.

Frag. Nº	Classe Mata Nativa			Classe Agricultura Anual			Classe Vegetação Exótica		
	Área (m <sup>2</sup> )	IF	D	Área (m <sup>2</sup> )	IF	D	Área (m <sup>2</sup> )	IF	D
01	3066560,40	4,67	1,37	299947,26	2,80	1,36	2794,29	1,63	1,36
02	13476,37	1,53	1,35	57849,29	1,44	1,3	5116,95	1,08	1,26
03	6757,62	1,37	1,36	9066,32	1,14	1,31	5699,53	1,44	1,37
04	4987,11	1,29	1,36	27375,44	1,59	1,34	6745,28	1,45	1,38
05	4207,11	1,09	1,33	20764,72	1,63	1,35	8706,72	1,17	1,35
06	76066,24	2,42	1,38	88308,87	1,81	1,32	10065,67	1,49	1,36
07	10086,98	1,14	1,31	11994,81	1,32	1,33	16288,99	1,25	1,35
08	18400,11	2,01	1,40	13777,11	1,28	1,32	31616,94	1,72	1,35
09	7738,38	1,29	1,34	2494,67	1,65	1,45			
10	18835,25	2,53	1,45	3635,51	1,76	1,45			
11				26567,22	1,35	1,31			
12				6988,31	1,20	1,33			
13				5259,45	1,43	1,38			
14				11402,06	1,37	1,33			
15				2699,57	1,12	1,35			
16				2290,17	1,32	1,39			
17				24081,72	1,89	1,38			
18				18424,61	2,35	1,43			
19				94024,06	2,11	1,35			
20				8216,54	1,27	1,33			
21				15412,92	1,23	1,3			
22				69319,95	2,07	1,36			
23				19762,95	1,39	1,32			
24				35433,65	1,32	1,29			
25				3037,86	1,14	1,35			
26				42207,55	1,17	1,26			
27				70353,56	1,76	1,33			
28				9350,07	1,42	1,35			

**TABELA 06:** Área dos fragmentos, índice de forma e índice de forma obtido pela dimensão fractal das classes mata nativa, agricultura anual e vegetação exótica -Microbacia do lajeado Tamboretã-RS -2001.

<b>Frag.</b> <b>Nº</b>	<b>Classe Mata Nativa</b>			<b>Classe Agricultura Anual</b>			<b>Classe Vegetação Exótica</b>		
	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IF</b>	<b>D</b>
01	1586302,9	4,93	1,40	156615,04	1,54	1,28	16288,99	1,63	1,36
02	12401,65	1,24	1,31	19815,47	1,18	1,29	8706,72	1,08	1,29
03	36288,84	1,23	1,27	9746,91	1,28	1,33	6745,28	1,44	1,37
04				13302,77	1,15	1,29	5699,54	1,45	1,38
05				72376,05	1,34	1,28	2794,29	1,17	1,36
06				396884,02	1,83	1,29	5116,95	1,25	1,35
07				192042,05	1,36	1,26	120284,54	1,72	1,31
08				44373,08	1,19	1,27	97024,68	1,33	1,27
09				43221,99	1,39	1,29	10065,67	1,49	1,36
10				89948,29	1,71	1,32			
11				79214,91	1,11	1,24			
12				197668,82	1,93	1,31			
13				224174,39	1,34	1,25			
14				78335,12	1,48	1,29			
				171744,45	1,46	1,27			